

5/6  
A6e8

# EXACTA m e n t e

La revista de divulgación científica

AÑO 10 · N° 28 · \$ 4 · DICIEMBRE DE 2003

**Panorama**  
**El ojo en la soja**

**Salud**  
**Sida: la lucha continúa**

**Entrevista**  
**Tulio Del Bono**

**Inmunología**  
**Ozono en las venas**

**Cosmos**  
**Por qué brilla el Sol**

**Universidad**  
**Democracia directa vs. indirecta**

ISSN 1514-920X



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales · UBA



## Editorial



### Foto de tapa

Vista aérea de la región pampeana donde se observan los campos sembrados de soja. Gentileza del Instituto Geográfico Militar.

## SADOSKY ILUSTRE

El martes 2 de diciembre pasado la Legislatura porteña nombró al doctor Manuel Sadosky ciudadano ilustre de la Ciudad de Buenos Aires.

Siempre me es grato enterarme de que las personas valiosas son bien reconocidas, pero en este caso mi alegría es mayor, porque el doctor Sadosky –integrante del Comité Editorial de esta revista desde su creación en 1994 y activo participante en todas sus reuniones– tiene una relación muy especial, desde hace muchos años, con esta Facultad, de la cual es profesor emérito. Fue su vicedecano entre 1958 y 1966, durante el período más fructífero de esta institución, acompañando al decano Rolando García. Pocos meses antes de la finalización de aquella gestión se produjo la “Noche de los Bastones Largos”, que destruyó en minutos una década de progreso de la Universidad.

Sadosky, además, fue protagonista de tres eventos muy relacionados entre sí y que marcaron el comienzo de la computación en Argentina. Uno fue la creación del Instituto de Cálculo, primer instituto de la Universidad de Buenos Aires adaptado a los nuevos aires reformistas, y del cual fue director hasta el derrumbe del 66. El segundo fue la compra de la primera computadora, la mítica Clementina, instalada precisamente en el Instituto de Cálculo, en el Pabellón I de la Ciudad Universitaria. Y, finalmente, la creación de la carrera de computador científico de la Universidad de Buenos Aires, primera carrera de computación en el país, y antecesora de la actual licenciatura en Ciencias de la Computación.

Sólo por esos tres eventos puede ser considerado, sin duda, la figura más im-

portante de los comienzos de la computación en nuestro país. Pero su aporte positivo a la computación argentina no finaliza allí. Durante su desempeño como Secretario de Ciencia y Tecnología de la Nación, entre 1983 y 1989, creó la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI), que tuvo un papel importante en la modernización de la enseñanza y en la recuperación de la investigación en informática (y que fue destruida por las autoridades nacionales que lo sucedieron).

He mencionado especialmente la computación por la relación particular de Sadosky con ella, pero, por supuesto, a lo largo de su carrera contribuyó, a través de su gestión institucional y del entusiasmo permanente que transmitió a sus discípulos y estudiantes, a apoyar a los investigadores en cualquier disciplina científica. Para más de uno, fue algún consejo de Sadosky el que lo orientó profesionalmente; para otros, una sugerencia de Sadosky la que le señaló el camino de un doctorado.

En un nivel más personal, tuve la fortuna de asistir a su legendario curso de Análisis I, siempre repleto de alumnos, durante el último cuatrimestre en que dicho curso se dictó en la vieja sede de Exactas, en la calle Perú. Y de ese modo pude constatar personalmente una de sus características más llamativas: la de docente. Un docente nato, a quien no solamente le encantaba lo que enseñaba, sino que transmitía dicho encanto a sus alumnos. Y muchos de aquellos alumnos estuvieron presentes en la Legislatura porteña, y compartieron con Sadosky la satisfacción de recibir un premio realmente merecido.

*Dr. Pablo Jacovkis*  
Decano de la Facultad de  
Ciencias Exactas y Naturales

## Consejo Editorial

### Presidente

Pablo Jacovkis

### Vocales

Manuel Sadosky  
Gregorio Klimovsky  
Eduardo F. Recondo  
Alberto Kornblihtt  
Juan M. Castagnino  
Celia Dibar  
Ernesto Calvo

### Staff

#### Directores

Ricardo Cabrera  
Guillermo Durán

#### Editor

Armando Doria

#### Jefe de redacción

Susana Gallardo

#### Redactores

Cecilia Draghi  
Verónica Engler

#### Diseño Gráfico

Santiago Erasquin

#### Fotografía

Juan Pablo Vittori  
Paula Bassi

#### Corrección

Ruben Pose

#### Colaboradores permanentes

Pablo Coll  
Guillermo Mattei  
Daniel Paz  
Gustavo Piñeiro  
Mariela Rotman  
Simón Tagtchian

#### Colaboran en este número

Cristina Pérez  
Fabio Cohene

#### Impresión

Centro de Copiado "La Copia" S.R.L.

EXACTamente es propiedad de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. ISSN 1514-920X  
Registro de propiedad intelectual: 28199

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.  
Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar Estudiantil.  
Ciudad Universitaria, Pabellón II,  
C1428 EHA Capital Federal  
Tel.: 4576-3300 al 09, int. 464,  
4576-3337, fax: 4576-3351.  
E-mail: [revista@de.fcen.uba.ar](mailto:revista@de.fcen.uba.ar)  
Página web de la FCEyN:  
<http://www.fcen.uba.ar>

Los artículos firmados son de exclusiva responsabilidad de sus autores. Se permite su reproducción total o parcial siempre que se cite la fuente.

## Sumario

### PANORAMA

Soja: boom y boomerang



*Mientras algunos observan el avance de la soja como logro, otros advierten un revés si no se adoptan medidas.*



### INSTITUCIONAL

En busca del brillo perdido

*Eudeba se propone cambiar su imagen de productora de libros para ingresar, y convertirse en una difusora de ciencia y humanidades para un público más amplio.*

### COSMOS

Febo asoma

14



*La historia del descubrimiento de por qué brilla el Sol, en la que colaboró un físico argentino.*

### SOCIEDAD

Qué opina la gente sobre ciencia

*Se lanza la primera encuesta nacional sobre percepción pública de la ciencia, que será útil para el diseño de políticas adecuadas.*



### INSTITUCIONAL

Democracia universitaria en discusión

*Debate sobre la forma de elección de autoridades.*

20

### ENTREVISTA

Tulio Del Bono



*Asegura que "corren nuevos aires para la ciencia". Habla de los compromisos asumidos ante la comunidad científica y de las estrategias para cubrir las expectativas.*

### OPINION

Educación y mercancía

*Gregorio Klimovsky deja clara su posición acerca de la afirmación, realizada en la cumbre de la Organización Mundial del Comercio, acerca de que la educación es una mercancía.*

### SALUD

Sida: Miserias y grandezas



*Cada 14 segundos el virus HIV infecta a un joven en el mundo.*

*Si bien dejó de ser mortal, la mayor parte de la población no accede al tratamiento.*

24

### NOBEL

Premios 2003 para la ciencia

*Imágenes de resonancia magnética, canales de la membrana celular, y contribuciones a la teoría de superconductores y superfluidos: los temas premiados en medicina, química y física.*

### VARIEDADES

Humor + El huevo y la gallina

### INMUNOLOGIA

Ozono humano y anticuerpos

*Según un equipo de investigadores estadounidenses, el ozono que producen algunos glóbulos blancos humanos tendría efectos bactericidas.*

### COMPUTACION

El azar

*Ese fenómeno elusivo que caracteriza nuestra propia existencia ha comenzado a ofrecer jugosos frutos para la teoría matemática y las ciencias de la computación.*

### BIBLIOTECA

### MICROSCOPIO

Grageas de ciencia

### JUEGOS

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

**FACULTAD de  
CIENCIAS EXACTAS  
y NATURALES**

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS ■  
CS. DE LA ATMOSFERA ■  
PALEONTOLOGIA ■

OCEANOGRAFIA ■

GEOLOGIA ■

BIOLOGIA ■

COMPUTACION ■

QUIMICA ■

FISICA ■

MATEMATICA ■

Ciudad Universitaria  
Pab. II, C1428EHA,  
Capital Federal

Departamento de Alumnos: 4576-3339  
Dirección de Orientación Vocacional: 4576-3337  
<http://www.fcen.uba.ar>



Soja (primera parte)

# *Entre el boom y el boomerang*

por Cecilia Draghi  
cdraghi@bl.fcen.uba.ar

*Cada año la soja gana más hectáreas de superficie cultivada y bate sus propios récords. Mientras algunos observan el avance de esta oleaginosa como logro, otros prevén un revés si no se adoptan precauciones en su explotación.*

Erguida con tallos que pueden alcanzar un poco más de un metro de altura, grandes hojas trifoliadas, flores pequeñas de color blanco o púrpura y vainas cortas que encierran un puñado de semillas, la soja avanza sin cesar por los campos argentinos. Cada vez, más tranqueras se abren a su paso. La campaña 2003-2004 prevé unos 13 a 13,5 millones de hectáreas dedicadas a ella, lo que significa de un dos a siete por ciento más de superficie sembrada que la anterior, que ya había sido récord según cálculos de la Secretaría de Agricultura. Superando año tras año sus propias marcas, alentada por precios en alza y facilidad de cultivo con las tecnologías disponibles, esta milenaria leguminosa es hoy la "vedette" del proceso de expansión de las fronteras agrícolas, sin que ninguna competidora le haga sombra.

Los productores no dejan de celebrar las cotizaciones más atractivas de los últimos seis años, y todo indica que en el futuro cercano llegarán más lejos aún o, al menos, que se mantendrán. Es que China e India parecen seguir ubicadas firmes en la primera fila de compradores, y el clima le juega una mala pasada a Estados Unidos, el gran competidor en ventas. El gobierno también festeja porque esta tendencia favorable reverdece la recaudación vía retención a las exportaciones. Es más, en octubre aumentaron casi un 30 por ciento los ingresos fiscales comparados con





## Superficie cultivada con soja

Principales áreas productoras ■  
 Áreas productoras secundarias ■



el mismo mes del año anterior, y gran parte de esta mejora se la anotaban a este poroto. Pero este *boom* que acapara todas las miradas es observado por algunos analistas con cierta cautela por la posibilidad de convertirse en un *boomerang* si no se toman recaudos.

***“La dependencia de un único producto, aunque sea positiva durante un tiempo, encierra altas dosis de riesgo.”***

“La Argentina levantó en la última cosecha 70 millones de toneladas de granos, y la mitad es de soja. Esta cifra por un lado es alentadora por el potencial productivo que expresa, pero por otro es preocupante, porque muestra una tendencia al monocultivo”, señala Jorge Adámoli, del Laboratorio de Ecología Regional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, quien insiste en aclarar que el tema no es la soja en sí, sino cualquier monocultivo que sea.

“La pérdida de diversidad en las opciones productivas aumenta los peligros para la estabilidad en el largo plazo. La dependencia de un único producto, aunque pueda ser positiva durante un tiempo, encierra altas dosis de riesgo. La catástrofe alimentaria de Irlanda en 1845, cuando por enfermedades fúngicas colapsaron las cosechas de papa que conformaban la dieta de la población, sigue siendo un caso estremecedor”, ejemplifica, entre otras experiencias históricas. Una enfermedad, una brusca caída de la cotización o problemas de manejo del suelo, son algunos de los hechos que pueden afectar la estabilidad del sistema.

## Camino recorrido

Esta milenaria leguminosa, domesticada en China en el siglo XI antes de Cristo, tiene apenas treinta años en el país. A pesar de su corta vida nacional, escaló alto y convirtió a la Argentina en el tercer productor mundial detrás de Estados Unidos y Brasil. Y en primera exportadora de aceite y harina de soja. Es más, resulta el principal producto exportable y su magnitud aumenta año tras año. Hoy supera los ocho mil millones de dólares.

Lejos de celebrar este avance de la producción sojera como principal rubro de exportación, la socióloga Norma Giarraca, del Instituto de Investigaciones Gino Germani de la UBA, advierte inconvenientes: “Todos los ejemplos históricos de la humanidad, desde el siglo XVIII, mostraron que un país agroexportador monoprodutor cae en la más profunda vulnerabilidad dentro de la arena económica y política internacional”.

***Hoy el 90 por ciento de lo producido en las pampas argentinas desembarca en otros países.***

En este punto, junto con su colega Miguel Teubal, coinciden en calificar como “no positiva” esta dependencia de un solo producto, que lleva al país “a alejarse cada vez más de ser aquel ‘granero del mundo’, proveedor de diversidad de cereales y carnes a la economía mundial”. Hoy el 90 por ciento de lo producido por esta ola verde en las pampas argentinas desembarca

en otros países. Y casi una tercera parte de todas las bodegas de los barcos que llevan exportaciones nacionales están ocupadas por soja.

## La ola verde

De la campaña 1996/97 en adelante el crecimiento fue vertiginoso, según evalúan desde la dirección de Agricultura del Ministerio de Producción. ¿La razón? La aparición de variedades transgénicas, asociadas con la siembra directa (ver recuadro “¿Qué es...?”) que lo convirtieron en un producto altamente competitivo. Mientras conquistaba mercados mundiales, también ganaba terreno en el país.

En este sentido, Teubal no pasa por alto esta preponderancia sojera reflejada en los datos del censo Nacional Agropecuario del INDEC que muestra un crecimiento de la superficie dedicada a oleaginosas, en especial soja, en el período 1988-2002 de un 60,4 por ciento en la región pampeana, pasando a un 86,5 por ciento en el Nordeste y llegando al 138 por ciento en el Noroeste. Como contrapartida, disminuye la producción de otros insumos agropecuarios y alimentos básicos. “Se produjo una fenomenal especialización en la producción sojera tendiente a que la Argentina pierda su tradicional autosuficiencia alimentaria”, observa el investigador del CONICET, e insiste en que se trata, “por ahora, de una tendencia”.

El avance de frontera no sólo fue sobre las tierras, sino con violencia sobre los pobladores. “El modelo sojero en expansión comporta aspectos autoritarios



como muestra el informe de la Secretaría de Derechos Humanos sobre la creación de “guardias blancas” (matones civiles armados) utilizados por empresarios sojeros para amedrentar a los campesinos en Santiago del Estero”, subraya Giarraca.

### Pequeños agricultores

Con datos censales que muestran una reducción del 24,5 por ciento en el número de explotaciones agropecuarias desde 1988 a 2002 y, por otra parte, el aumento de su tamaño promedio que pasó de 470 a 538 hectáreas, Teubal remarca la desaparición de medianos y pequeños productores a quienes “les resulta más difícil dedicarse al cultivo de la soja”. Esta expulsión lleva, a su criterio, al “modelo agropecuario de una agricultura sin agricultores”. Según Giarraca, este proceso comienza en 1991, con decretos como el de desregulación, que le va quitando protección a los pequeños productores. “Si se deja a los actores económicos en su propio juego, se impone el más fuerte”.

***“La tecnificación y la imposibilidad de ingresar a la reconversión expulsaron al pequeño productor, pero este fenómeno ya había comenzado con el algodón”.***

Por su parte, Adámoli no encuentra que el pequeño productor haya logrado sobrevivir en la Región Chaqueña tras la expansión de la frontera agrícola. “La tecnificación y la imposibilidad de ingresar a la reconversión expulsaron al pequeño productor, pero este fenómeno –indica– ya había comenzado con el algodón y continuó con la soja”.

Durante la gran expansión aldonera de mediados de los años 90, los descen-

### Desde la producción

Es difícil imaginar este escenario en una época de esplendor como la actual, pero ¿qué harían si el precio de la soja baja y no resulta rentable?, se le consultó a Víctor Hugo Trucco, presidente de AAPRESID, Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa. “El campo siempre tuvo ciclos, es probable que la soja pierda rentabilidad, lo importante es darse cuenta y descubrir las nuevas oportunidades. De todos modos, es importante no dejar pasar la oportunidad actual, como productores y como argentinos. Me decepciona que, con tantos problemas que sufre nuestro país, se ponga tanto énfasis en qué pasa si fracasa aquello que funciona”.

**– ¿La especialización en soja lleva a que la Argentina pierda su autosuficiencia alimentaria?**

– La Argentina no ha dejado de producir trigo, ni maíz, ni sorgo. Es conveniente hacer soja con rotación de cultivos; de hecho, una parte importante de la soja se cultiva luego del trigo. Desde AAPRESID propiciamos la rotación de cultivos y la fertilización como único camino para maximizar los resultados en forma sustentable a través del tiempo. Por otra parte, no nos olvidemos que la agricultura es la historia del monocultivo, sea trigo, o arroz. No veo el peligro en que se dejen de sembrar otros cultivos. Las circunstancias cambian año a año y las oportunidades también. Por otra parte, confío en la capacidad de los productores para «darse cuenta» y adoptar los cambios como siempre lo hicieron.

**– Se cuestiona que pequeños productores puedan dedicarse a la soja y esta posibilidad queda sólo para los grandes. ¿Usted qué opina al respecto?**

– La actual forma de producción dio oportunidades a todos los productores, grandes y pequeños; sin duda muchos han quedado afuera (grandes y pequeños), son quienes no han comprendido los cambios ocurridos. Siempre que hay transformaciones, hay ganadores y perdedores; si no, no habría progreso, todo sería igual y tampoco habría premios para los que aciertan, y castigos para quienes se equivocan. Esto es inevitable, es la vida; lo bueno es que siempre haya nuevas oportunidades.



**– ¿Y en lo referente a la expansión de la frontera agrícola?**

– Contrariamente a lo que se piensa, la expansión de las fronteras agropecuarias, en gran parte, se produjo porque pequeños y medianos chacareros se asociaron y fueron a sembrar a cientos de kilómetros de sus casas. Tomaron riesgos y tuvieron éxito. Gran parte de la producción no es de propietarios, es de empresas que acceden a la tierra por contratos. Los *pools* de siembra que pensaron que lo que le faltaba al campo era efectivo fracasaron porque no pudieron superar la capacidad de gestión que tiene un productor sobre el terreno. Quien no quiere reconocer que en todos los procesos de cambio hay perdedores es un demagogo, que no ayuda a que un perdedor se transforme en ganador. Para que esto ocurra, es necesario darse cuenta de los errores cometidos y de los cambios producidos, y asumirlos con coraje, descubriendo las propias fortalezas.



### ¿Qué es la siembra directa?

Se trata de un conjunto de técnicas que elimina el uso de roturación del arado y se siembra sobre el rastrojo o lo que queda de la cosecha anterior. "Hoy casi un 60 por ciento de la agricultura argentina adopta la siembra directa, que originalmente fue pensada para el control de la erosión. Al no

roturar los campos disminuye el escurrimiento, que es lo que termina provocando la erosión, y aumenta la infiltración de agua. Al estar cubierto el suelo por paja, disminuye el efecto de radiación directa y el de los vientos", explica Jorge Adámoli.



dientes de aquellos colonos de principios del siglo XX atraídos por políticas oficiales no podían ofrecer su mano de obra en la carpida y la cosecha, ya que fueron sustituidos por los herbicidas y las cosechadoras. ¿El resultado? "Preocupantes procesos migratorios hacia los cinturones de pobreza de las ciudades", subraya. El camino para volver a asentarlos en el campo no pasa por cambiar el cultivo, "si se apunta al maíz o cualquier otra semilla, ocurriría lo mismo, porque la producción sólo es rentable en explotaciones medianas en adelante, con alta tecnificación", plantea Adámoli, y sugiere: "El estado debe crear núcleos de pequeños productores y organizarlos, como se ha realizado con éxito en otros países, sin ir más lejos, en Brasil".

### Zona de riesgo

Con imágenes satelitales de los 50 millones de hectáreas de la Región Chaqueña, Adámoli hizo un mapa de situación del avance de la frontera agrícola hoy impulsado por la soja. Del 10 por ciento de superficie cultivada a mediados de la década de los 90, estima que en el 2010 casi se duplicará y alcanzará un 19 por ciento. Si bien no parece una cifra excesiva, la cuestión es que está distribuida en forma des-

igual. Desde el cielo es clara la marca del desmonte de vegetación nativa en algunos sectores para preparar terreno de cultivo. "Si no actuamos, se corre el riesgo de perder un tipo de bosque especial en la zona chacosalteña y en la frontera Santiago del Estero-Chaco", puntualiza.

No sólo se tala o incendia el presente, sino también el mañana. "Es prudente mantener la diversidad de plantas y animales que pueden ser recursos importantes para el futuro como fuentes de medicamentos", ejemplifica. Pero no sólo se trata de una inversión a largo plazo, sino de evitar jugar con fuego. "Si una especie se extingue, habrá otra que pueda suplantarla en sus funciones. Pero no se sabe hasta dónde esto es posible antes que colapse el sistema", plantea.

***"Si retornan las condiciones normales de sequía, podrían dispararse procesos de desertificación difíciles de revertir".***

El avance arremete contra áreas insustituibles y también hace pie en sitios hasta hace poco dejados de lado. En este último caso, el aumento de lluvias y la siembra directa, que logra una mayor eficien-

cia en el almacenamiento de agua en el suelo, han corrido el límite de los cultivos hacia zonas históricamente secas como los quebrachales del sector semiárido. ¿Qué sucedería si hay un cambio en el ciclo climático? "Si retornan las condiciones normales de sequía, podrían dispararse procesos de desertificación difíciles de revertir", responde Adámoli. Experiencias recientes le dan la razón, como el auge del algodón en los 90, que llevó a los productores a sembrar en tierras deprimidas del sudoeste de Chaco hasta que las grandes lluvias del evento El Niño 1998 las anegó.

Cada uno de los riesgos que debilitan este proceso díscolo de avance agrícola tiene un antídoto: planificación. "Bienvenida la expansión, siempre que se haga en forma ordenada", subraya Adámoli. ¿Cuáles son los requisitos a tener en cuenta? Avanzar sobre terrenos aptos, con tecnología adecuada e incentivar la diversidad para evitar el monocultivo. "Si se instala un área de agricultura, que sea para toda la vida, dejando las tierras mejores. Si no, primero pierdo el bosque y luego el cultivo", enfatiza.

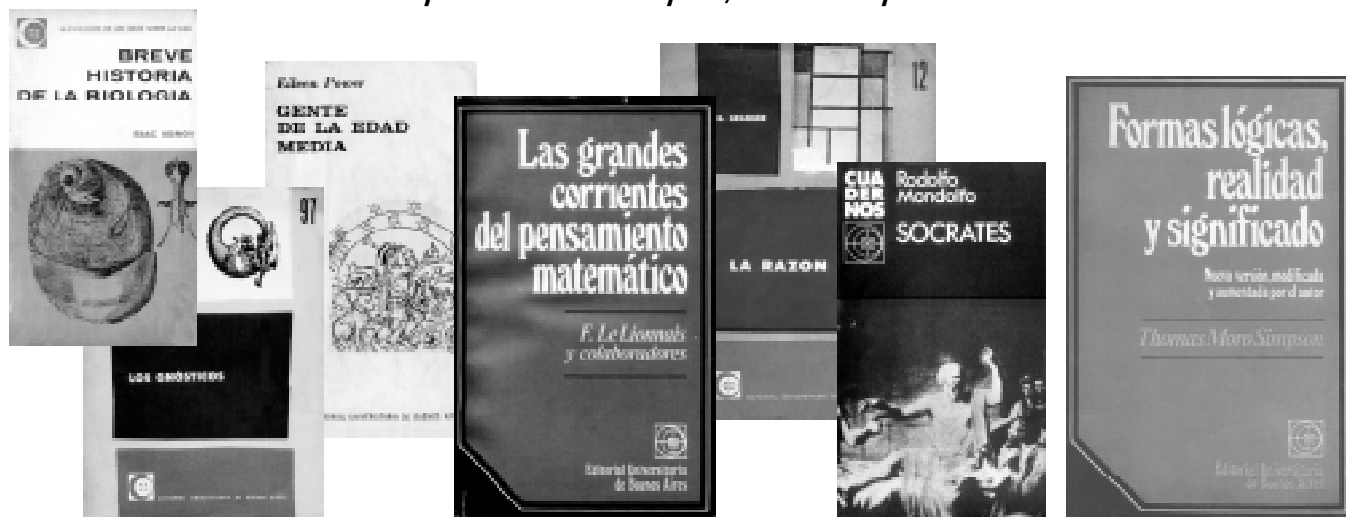
Otra de las patas de esta planificación es destinar tierras a la creación de áreas protegidas. Si por razones de un intenso avance previo ya resulta demasiado tarde para una reserva, entonces es posible conservar remanentes que, junto con las cortinas forestales previstas por las legislaciones provinciales, formen corredores de áreas protegidas. Otro pilar clave son las políticas para la permanencia del pequeño productor en el campo. La idea es un proceso de ordenamiento territorial que prevea un lugar para todos, y que cada uno pueda cosechar su siembra. "Conservación y desarrollo son dos caras de la misma moneda", concluye Adámoli. ■

EUDEBA

# En busca del *brillo* perdido

por Susana Gallardo  
sgallardo@bl.fcen.uba.ar

*Con un gerente de amplia experiencia editorial y un directorio académico de primer nivel, Eudeba se propone cambiar su imagen de productora de libros para ingresantes, y convertirse en una difusora de ciencia y humanidades para un público más amplio, ávido de productos culturales de calidad.*



Es un hecho relativamente habitual que las universidades cuenten con editorial propia. La de Oxford, por ejemplo, a los pocos años de haberse inventado la imprenta publicó su primer libro, en 1478. Unos cuarenta años más tarde, la de Cambridge se iniciaba en esta actividad con una obra de Erasmo. Y la Universidad de Buenos Aires lo hizo en 1958, cuando creó Eudeba –Editorial Universitaria de Buenos Aires– en aquella época de oro de la cultura en la Argentina.

La diferencia entre las editoriales con varios siglos a cuestas y Eudeba –que en el 2003 cumplió 45 años– es que las primeras se mantuvieron, en forma ininterrumpida, al margen de los vaivenes políticos. Eudeba, al igual que otras instituciones culturales y universitarias estatales de la Argentina, ha estado “a merced de las políticas de turno”, según reseña el profesor

Leandro de Sagastizábal, gerente de la editorial de la UBA.

***“Una editorial universitaria publica textos para grado o posgrado, y de divulgación para un público general. Pero esto lleva implícito un balance entre las humanidades y las ciencias exactas y naturales”.***

Sin embargo, desde el 2002, con la gestión del rector Guillermo Jaim Etcheverry, están soplando vientos de cambio para esta empresa editora. “La idea es recuperar su condición de editorial universitaria, y que no sea sólo una productora de libros para un sector determinado”, señala el doctor Patricio Garrahan, presidente del directorio de Eudeba. En efecto, la editorial en los últimos años ha producido libros, so-

bre todo, para el Ciclo Básico Común (CBC), que constituye la instancia de ingreso de estudiantes a la Universidad, o para UBA XXI, un programa universitario de educación a distancia.

## Un catálogo más variado

“Un proyecto de editorial universitaria –continúa Garrahan– exige pensar qué libros publica una empresa de este tipo en otros lugares del mundo, y se trata principalmente de textos para grado o posgrado, libros sobre algún tema específico y textos de divulgación orientados al público en general. Pero esto lleva implícito realizar un balance entre las humanidades y las ciencias exactas y naturales”.

Otra de las novedades introducidas por la editorial es que los libros ya no se aceptan por su simple presentación, ni por el interés que pueda despertar su título, sino





que son leídos por un experto, y sometidos a lo que en una revista especializada se denomina referato. Y posteriormente los textos, además, deben atravesar un trabajo de edición.

Pero ¿cómo se concretan estos cambios? Desde hace un año, un comité formado por investigadores de primera línea, como Alberto Kornblihtt, Rómulo Cabrini, y el mismo Patricio Garrahan, se ocupa de la selección cuidadosa de los títulos. Este comité, que se reúne rigurosamente cada quince días, llueva o truene, recibe una ficha técnica en la que se analiza el libro propuesto, y la decisión sobre su publicación dependerá no sólo de la calidad del libro y del autor, sino también de su contribución a la variedad de los temas. Es decir, se tiene en cuenta si existe la necesidad de hacer crecer alguna disciplina, para que el catálogo no sea monotemático.

“Además debemos tener en cuenta que nuestras posibilidades de edición no son infinitas”, señala Sagastizábal, y agrega: “Tenemos un programa de novedades que puede estar en el orden de los 40 a 45 títulos por año. Más que eso es casi imposible porque no tenemos capacidad financiera para ello”.

El hecho es que un proyecto editorial, como cualquier actividad productiva, necesita inversiones. Y, dado que hablar de inversiones en este país es casi una utopía, la continuidad del proyecto reside en el dinero que se genere ya sea por los aportes de la Universidad o gracias a las mejoras en las ventas. En este sentido, Sagastizábal aporta datos concretos: “En el último año tuvimos un crecimiento de más de un 50 por ciento en el nivel de facturación”, asegura. Esto se debió, en gran parte, a la apertura de la editorial hacia los

canales tradicionales, lo cual no estuvo muy desarrollado en los últimos años. En otras palabras, antes los libros de Eudeba sólo se conseguían en los kioscos de la editorial. Hoy, en cambio, es posible encontrarlos en librerías como Fausto, Yenny o Cúspide, entre otras.

### Libros atractivos y rentables

Pero poder estar en las mesas de las librerías requiere de un material que brinde rentabilidad al librero y que no tenga, exclusivamente, públicos cautivos, como los estudiantes de una determinada cátedra. Además, si un libro es muy barato, y la editorial no puede ofrecer al librero un descuento superior al 25 por ciento, el material pierde todo interés para el comercio. Eso obligó a la producción de textos, como la *Colección Reservada Del Museo del Fin del Mundo*, con diseño y criterio de exhibición en librerías (ver recuadro *Colección Reservada...*).

Todo esto implica un esfuerzo de estética, de calidad de ilustraciones y de buena relación con los puntos de venta. El propósito es lograr exhibición, que es la que decide una parte importante del éxito de una publicación.

No obstante, hoy la editorial es cautelosa con la tirada. Las ediciones tienen un promedio de 1000 ejemplares, y de algunos títulos no se imprimen más de 500. En los últimos años se hacían tiradas de 6000 ejemplares, lo cual, por un lado, bajaba notablemente los costos por ejemplar, pero por otro, llenaba los depósitos de material que se volvía obsoleto. “No publicamos 4000 ejemplares, aunque nos salga más económico –detalla Sagastizábal–, sino que editamos sólo los 500 que creemos que se pueden vender en un plazo de dos años”.

Pero ¿por qué el catálogo es desperejo en su oferta? “Durante muchos años, la lógica estuvo vinculada a la facturación. Se trató de sostener una estructura con un ingreso que la hiciera viable. Para ello



#### **Colección Reservada Del Museo del Fin del Mundo**

El Museo del Fin del Mundo, en Ushuaia, Tierra del Fuego, cuenta con una colección de ediciones clásicas de las obras de los cronistas que visitaron la región entre los siglos XVI y XIX. Dado que estos libros sólo son accesibles a unos pocos especialistas, Eudeba los edita para que el público pueda conocerlos. Algunos se destacan por su calidad literaria o contenido testimonial, y otros por su valor histórico.

El primero de los autores de esta colección es Julio Popper, un aventurero rumano

que se estableció en Tierra del Fuego en 1885, para explotar el oro y que concibió el proyecto de fundar Atlanta, una ciudad marítima y comercial en la costa atlántica de esta isla. Otros autores son: el pirata George Shelvocke, que dio la vuelta al mundo entre los años 1719 y 1722; José María Sobral, alférez de la Armada Argentina que cuenta las peripecias del viaje y la estadía forzada de dos años completos en la Antártida; Pedro Sarmiento de Gamboa, comisionado por el Virrey del Perú para ir en busca del corsario Francis Drake.

hay dos caminos: la venta de libros o un subsidio permanente de la Universidad o de una fundación. No hay magia”, explica sin rodeos el gerente.

***Eudeba se autosustenta en un 80 a 85 por ciento de su actividad, mientras que la mayoría de las editoriales universitarias en Latinoamérica poseen subsidios de sus respectivas universidades.***

En su momento, la manera que encontró la editorial de subvencionarse fue producir libros para los ingresantes. “Hemos cambiado esa lógica porque creemos que es posible cautivar un mercado culto con libros orientados a un espectro más amplio de lectores. Creemos en otro tipo de compromiso con la cultura argentina”, se entusiasma Sagastizábal.

La realidad es que Eudeba se autosustenta en casi un 80 a un 85 por ciento de su actividad, mientras que la mayoría de las editoriales universitarias poseen subsidios de sus respectivas universidades, según comenta Sagastizábal a partir de la lectura de informes producidos por aquéllas. “Todas las editoriales universitarias argentinas y la totalidad de las de Latinoamérica, así como casi todas las españolas, funcionan como oficinas de publicaciones, con empleados de universidad. Nosotros, en cambio, trabajamos como empresa, con empleados de comercio”, destaca.

“Nosotros esperamos que esta editorial haga que la gente vea a la Universidad de Buenos Aires no sólo como un conjunto de facultades donde se estudian carreras, sino como un centro generador de conocimiento. Uno de los deberes de esta institución, que está sostenida por los con-

tribuyentes, es brindar algo que exceda la formación de grado y de posgrado”, se compromete Garrahan. Y enfatiza: “Sería muy endogámico que la Universidad produzca libros sólo para la gente que forma. Si bien ello tiene su valor, debería haber un balance entre los libros de cátedra y los de interés general”.

Sin embargo, que la editorial tenga objetivos culturales no significa que no pueda contar con una gestión profesional. El camino elegido intenta no sólo recuperar los comienzos de Eudeba, sino también brindar una gestión profesional tanto en la elección de los libros y las temáticas como en el manejo administrativo y comercial de la editorial.

Según Sagastizábal, a Eudeba no la creó “un grupo de gente con ocurrencia, sino alguien con enorme conocimiento editorial como Arnaldo Orfila Reynal, creador de Siglo XXI y de la colección Breviarios del Fondo de Cultura Económica. Y tuvo como gerente general a Boris Spivacow, un hombre que conocía el mundo de los libros”. En esta nueva etapa, de manera similar, se tomó un profesional que tiene historia en el ámbito editorial, y un directorio con pertenencia a la UBA y mucha experiencia en los contenidos, la calidad y la investigación.

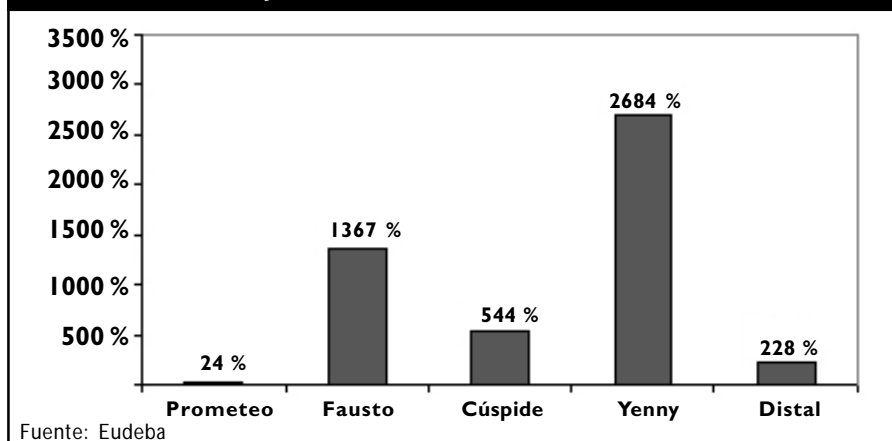
#### **La supremacía de lo político**

“En el 66 se rompió una lógica de conducción profesional y académica para someter todo a una pretensión política. Esta orientación perduró a lo largo del tiempo, y la editorial estuvo más subordinada a la necesidad política del momento que a un proyecto académico-universitario, o de difusión cultural”, define Sagastizábal, que tiene un libro escrito sobre la actividad editorial en la Argentina, donde dedica un capítulo a Eudeba.

“Ese hecho –subraya– le confirió a la editorial una gran vulnerabilidad política,



**Crecimiento de las ventas de ediciones de Eudeba por cadena de librerías (ejercicios fiscales 01-02 vs. 02-03)**



y se puede ver que la duración promedio de las autoridades era menos de un año. Esto hizo que cada uno nombrara a su gente, y editara lo que quería”.

Otro problema es que los presidentes de Eudeba tenían funciones gerenciales, es decir, cargo académico y gestión se fundían en una misma persona. Hoy el directorio escucha y respeta el trabajo del gerente, pero también exige un informe de las actividades, y pide cuentas claras.

***Hoy Eudeba está encarando una renovación, que es volver un poco a los orígenes. Su directorio está empeñado en equilibrar el balance de las disciplinas.***

Un aspecto fundamental de toda actividad editorial es el pago de los derechos de autor. “Es legítimo que un autor quiera cobrarlos –enfatisa Garrahan–, y una editorial de la universidad debe pagarlos. El porcentaje será un poco menor, pero no puede dejar de hacerlo”.

El gran interrogante es saber qué es lo que la gente quiere leer. “No hacemos estudios de mercado. Nuestro objetivo es diferente: no pensamos qué es lo que los argentinos quieren leer, sino qué es lo que

nosotros podemos brindarle”, afirma el presidente del directorio. “Estamos trabajando en una colección de divulgación científica para chicos porque creemos que es útil y necesaria. Si hay mercado o no hay mercado, luego lo veremos”.

El comité académico encarga libros a algunos especialistas, indaga lo publicado en el exterior que pueda ser de interés para el público local, y recibe ofrecimientos de autores. “Estoy seguro de que hay una gran cantidad de personas en la UBA y en las otras universidades nacionales que cuando vea que publicamos libros interesantes más allá de los textos de cátedra, va a venir para ofrecer sus trabajos”, confía Garrahan.

Hoy Eudeba está encarando una renovación, que es volver un poco a los orígenes. Su directorio está empeñado en equilibrar el balance de las disciplinas, que se había inclinado hacia la psicología y las ciencias sociales, dejando casi desprovista el área de las ciencias exactas, la medicina y la biología, así como la historia, la economía y la agronomía. El objetivo es llegar a un público amplio con una oferta de calidad. Se trata de una apuesta fuerte en una época de grandes dificultades económicas y de una competencia feroz. Los lectores tendrán la última palabra. ■



**X Exactas va a la escuela: charlas gratuitas de divulgación científica y paneles de investigadores de la Facultad de Exactas en los colegios**

**X Programa de Experiencias Didácticas: prácticas en los laboratorios para alumnos secundarios**

**X Visitas y recorridos por los laboratorios de la Facultad**

**X Charlas sobre cada una de nuestras carreras**

La Dirección de Orientación Vocacional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA organiza todas estas actividades pensadas para alumnos de los últimos años de los colegios secundarios.

Con distintas prácticas, todas ellas apuntan a difundir las carreras de ciencias entre quienes estén próximos a realizar su elección vocacional.

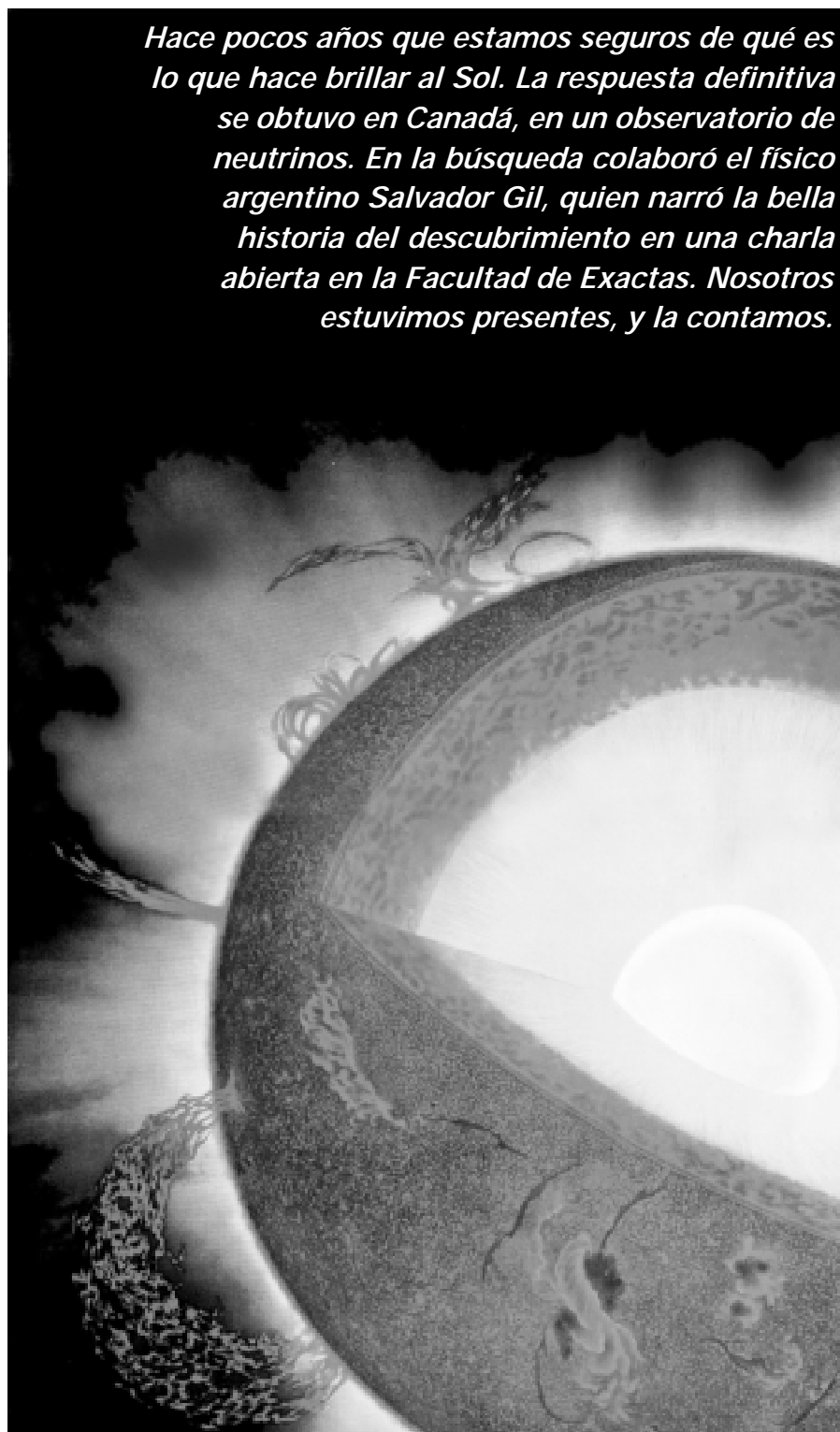
**Para más información, los directivos de escuelas, los docentes o los alumnos pueden comunicarse con nosotros al 4576-3337 o por correo electrónico a [dov@de.fcen.uba.ar](mailto:dov@de.fcen.uba.ar)**

El Sol revela sus secretos

# Febo asoma

por Ricardo Cabrera  
ricuti@qi.fcen.uba.ar

*Hace pocos años que estamos seguros de qué es lo que hace brillar al Sol. La respuesta definitiva se obtuvo en Canadá, en un observatorio de neutrinos. En la búsqueda colaboró el físico argentino Salvador Gil, quien narró la bella historia del descubrimiento en una charla abierta en la Facultad de Exactas. Nosotros estuvimos presentes, y la contamos.*




¿Por qué brilla el Sol? Y no sólo el Sol: ¿por qué brillan tantísimas estrellas semejantes? El secreto estuvo bien guardado en el núcleo del astro a unos 15 millones de grados, más caliente que el mismísimo infierno. Y no me diga que el misterio lo tiene sin cuidado, porque usted sabe que somos quienes somos, y estamos donde estamos gracias a ese fogoncito prendido desde hace 5.000 millones de años en medio de la noche universal.

Salvador Gil, un físico argentino –profesor de la FCEyN y de la Universidad de San Martín– que tuvo que ver con el desenlace de esta historia, la contó con lujo de detalles en el ciclo “Charlas de los viernes”, que tiene lugar en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (ver EXACTAmente nro. 14). Recordamos, entonces: en la antigua Grecia, Anaxágoras, luego de meditadas contemplaciones, formuló que el Astro Rey era una piedra incandescente. Le siguieron Galileo –quien descubre las manchas Solares–, Herchel, Laplace y tantos otros.

Pero recién por el 1850, Hermann von Helmholtz y William Thompson (Lord Kelvin) comenzaron a buscar explicaciones para ese brasero en modelos físicos con base científica. De lo que primero sospecharon que podía funcionar como combustible Solar fue de su propio poder gravitatorio. Si con toda su masa el astro se redujera lentamente, aunque fuera muy de a poquito, bien podría usar parte de esa colosal fuerza para alimentar la hoguera. Pero había un problema, tal “combustible” sólo alcanzaría para 30 millones de años, apenas una gotita de tiempo en el océano de la eternidad. Por aquel entonces Darwin necesitaba al menos 10 veces





SOL	
Ficha técnica de un astro	
Masa:	$1.99 \times 10^{30}$ kg
Luminosidad:	$3.86 \times 10^{26}$ W
Radio:	700 mil kilómetros
Distancia <sub>T-Sol</sub> :	140 millones de kilómetros
Edad:	4.600 millones de años
Constante Solar (CS):	1,34 kw/m <sup>2</sup>
Temperatura central:	15.000.000 grados
Temperatura en superficie:	6.000 grados
Densidad en el centro:	150 gr/cc
H-abundancia en el centro:	0.34

más de tiempo: 300 millones de años, para hacer vivir a sus fósiles que empezaban a organizarse en el gran concierto de la vida, o sea, la evolución natural. La hoguera gravitatoria recibió un balde de agua fría. Tampoco pudo salvarla la provisión de masa fresca que el Sol debió de engullirse desde el comienzo, meteoros, cometas y planetoides caen periódicamente sobre el astro atraídos por su voracidad gravitacional.

### El áureo rostro invita

¿Pero cuánta energía hace falta? El dato es fácil de calcular (ya lo fue para Kelvin, al menos) y bien conocido. El Sol nos regala 1,34 kw por cada metro cuadrado de tierra. A los argentinos, por ejemplo, que tenemos cuatro millones de kilómetros cuadrados, el subsidio Solar –así lo presentó Salvador Gil durante el coloquio– alcanza los cuatro billones de kw, lo que a precios de mercado equivale a un fangote de plata. Si tuviéramos que pagarlo, serían 15.000 dólares diarios por cada habitante. Afortunadamente es gratis, por ahora. En tren de hacer cálculos, ninguna reacción química, hasta la más violenta, alcanzaría para alimentar el Sol, ni por más combustible, ni por más octanaje, ni por más oxígeno y carburante que tuviera en el tanque, no habría explicación para semejante torrente de energía. La idea siguiente debió esperar al genio de Einstein, pues el origen de tanta potencia no podía ser otro –supuso usted bien– que la energía nuclear.

En 1905 Albert Einstein propuso que la materia se podía convertir en energía según una sencilla fórmula de conversión –ahora famosa–  $E=mc^2$ , en la que  $E$  representa la energía,  $m$  la masa, y  $c^2$  es un factor de proporcionalidad enorme, lo que

explica que pequeñas porciones de materia puedan convertirse en formidables cantidades de energía, justo lo que requería nuestra estrella. Así lo entendió Arthur Eddington, que fue el primero en proponerlo allá por 1920. De todos modos, hubo que esperar que otros monstruos como George Gamow, Hans Bethe, William Fowler y John Bahcall, a los que les encantaba sacarse fotos Soleándose en la playa, postularan en la década del cincuenta una reacción nuclear capaz de mantener encendido al Sol en todo su esplendor.

En el Sol hay muy poca variedad de elementos, fundamentalmente hidrógeno y helio. La reacción propuesta se llama protón-protón ( $p-p$ ) y consiste, a grandes rasgos, en la fusión de cuatro protones (los núcleos del hidrógeno) para formar una partícula alfa (el núcleo del helio). La masa de todos los insumos es mayor que la masa de los productos, y la diferencia se transforma en energía. El maldito genio de los hombres logró reproducir la reacción acá en la Tierra, la llamaron la bomba H o la bomba de fusión; explotaron una en Eniwetok, en el Pacífico, en 1952. Su poder destructivo fue 700 veces superior a las bombas de fisión de Nagasaki e

Hiroshima, y no es nada más que una mínima fracción de lo que ocurre en el horno Solar, pero de la misma naturaleza.

Todos los indicios –la cantidad de energía, las temperaturas alcanzadas, los elementos implicados, su disponibilidad en el Sol, y algunos otros– concordaban en señalar como responsable del áureo fuego a la reacción  $p-p$ . Pero la ciencia no se conforma con indicios, quiere pruebas. No se avala con el consenso de los más reputados, exige escrutar el universo y hacerle cantar sus verdades. Por suerte, siempre la naturaleza deja pistas o suelta alguna hilacha. Resulta que de la fusión nuclear escapan unas partículas muy particulares, valga la redundancia: los neutrinos, que son tan autistas y peculiares que salen despedidos para todos lados y siguen derecho hasta los confines del universo sin interactuar con nada ni con nadie; atraviesan la Tierra sin mosquearse y por lo tanto resulta muy pero muy difícil, casi imposible detectarlos.

### Ya sus rayos...

“Casi imposible” es una frase que a muchos físicos estimula. En 1968 Raymond Davis, en Pennsylvania, llenó una piscina de percloro de etileno, no recomendable para bañistas. Ocurre que los neutrinos pueden interactuar con esas moléculas y crear átomos de argón. La eficiencia esperada de la reacción y el número de neutrinos que se zambullían a la pileta producirían unos 60 átomos de argón por mes, que Davis se proponía encontrar y contar... ¡en medio de  $10^{30}$  (un uno seguido de 30 ceros) moléculas de percloro! Un desafío comparable a buscar 60 granitos de arena en toda la Tierra. Sin embargo, lo logró. Por sus trabajos pioneros fue galardonado con el Premio

Nobel en 2002. Pero en aquel entonces, en el 68, había muchos ceños fruncidos. A medida que se iban acumulando los datos, las técnicas, y perfeccionando los métodos, los resultados se hicieron cada vez más robustos: la cantidad de neutrinos que llegaban a la Tierra era tres veces menor que la necesaria para que el Sol funcione. Rebobinemos: tenemos la cantidad exacta de energía que produce el Sol y tenemos la reacción nuclear que la genera, también tenemos la cantidad de neutrinos que emite la reacción; la medimos y encontramos sólo una tercera parte de lo que tendríamos que tener de estos escurridizos proyectiles. Algo no encajaba y los físicos se sintieron un poco incómodos.

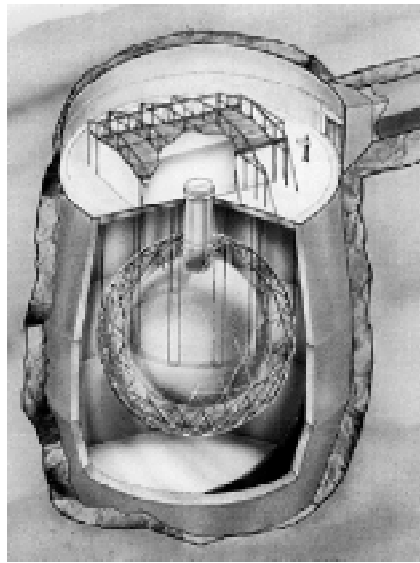
### Sadbury Neutrino Observatory

El observatorio de neutrinos de Sadbury está emplazado a 2.000 metros de profundidad y consiste en un inmenso balón de acrílico de 12 metros de diámetro, que contiene 1.000 toneladas de agua pesada ( $D_2O$ , en lugar de  $H_2O$ , ya que no tiene hidrógeno sino deuterio), envuelto en una estructura geodésica armada con 10 mil tubos fotomultiplicadores. El balón está rodeado de otras 6.000 toneladas de agua común que sirven de escudo y soporte.

El motivo para el emplazamiento profundo es la supresión de "ruido" proveniente de otras radiaciones. Los neutrinos solares acceden al balón desde todas direcciones desde arriba o desde abajo, de día y de noche.

### Jirón del cielo

En la década del 90 empezó a funcionar el Sadbury Neutrino Observatory, en Sudbur, Canadá, a unos 400 km de Toronto, en una mina a 2.000 metros de profundidad. Y en él, justamente, colaboró nuestro informante, Salvador Gil. El observatorio consiste en un inmenso balón de 12 metros de diámetro, que contiene 1.000 toneladas de agua pesada ( $D_2O$ , en lugar de  $H_2O$ , ya que no tiene hidrógeno sino deuterio), envuelto en una estructura en la que están montados 10 mil tubos fotomultiplicadores. En este balón pueden detectarse los neutrinos de las tres variedades. La trampa se llama "efecto Cerenkov": un neutrino cho-

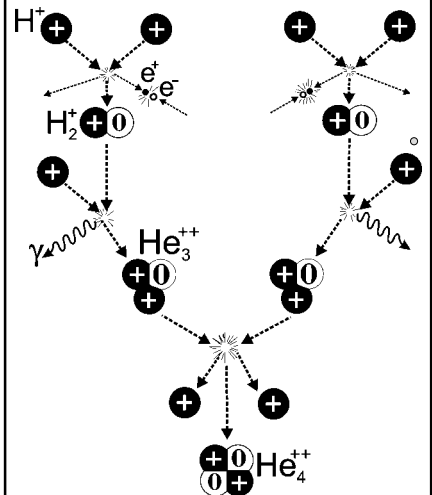


Hay tres tipos de neutrinos, *flavors* –sabores– les dicen los físicos, que en el fondo son unos tiernos. Los tres sabores son los del electrón, los del muón y los tau. Los que vienen del Sol, producidos en la reacción  $p-p$ , son del primer sabor, y sólo de ese. Aunque parezca descabellado (a los físicos les parece), puede ocurrir que durante su viaje a la Tierra el neutrino electrón cambie de *flavor* y se convierta en neutrino tau o neutrino del muón. El detector piscina de Davis sólo detectaba los de tipo Solar. Si hubiera un método de detección para todos los sabores...

ca contra un electrón, el electrón sale disparado a una velocidad mayor que la de la luz en el agua (y menor que la de la luz en el vacío que sigue siendo un máximo insuperable, no se asuste), el fenómeno se distingue por una luminiscencia azul característica. Los fotomultiplicadores se encargan de medir y cuantificar el prodigio, incluso distinguen qué clase de neutrino interviene en cada choque. Paralelamente, en Japón hacia lo suyo el detector de Kamiokande; y por sus contribuciones le otorgaron el Nobel a Masatoshi Koshiba, de la Universidad de Tokio, junto con Riccardo Giacconi de la Asso-

### El ciclo protón-protón

El ciclo protón-protón ( $p-p$ ), la reacción nuclear que da vida al Sol. Núcleos de hidrógeno ( $H^+$ , protones) inestables debido a la presión y la temperatura se fusionan dando un núcleo de helio ( $He_4^{++}$ ), y mucha energía.



Paso a paso: dos protones se fusionan dando un deuterón ( $H_2^+$ ), sale despedido un neutrino ( $n$ ) y un positrón ( $e^+$ ). El positrón no tarda en encontrar un electrón ( $e^-$ ) con el cual se aniquila. El deuterón choca con un nuevo protón generando un núcleo de helio-3 ( $He_3^{++}$ ) y un rayo gamma ( $\gamma$ ). Dos núcleos de helio-3 chocan generando un núcleo de helio-4 ( $He_4^{++}$ ), también llamado partícula alfa, y despidiendo dos protones que quedan libres para iniciar otro ciclo. Los rayos gamma nos cocinarían, pero pocos sobrepasan la superficie del Sol. En cambio, los neutrinos son capaces de viajar hasta el fin del universo.

ciated Universities Inc. y el propio Davis. Pero, ¿y los resultados?

Desenlace: la cantidad de neutrinos provenientes del Sol es la justa y necesaria para identificar la reacción que los produce. No es otra que la cadena  $p-p$ , y es la que hace funcionar el reactor nuclear Solar que nos provee energía, luz y calor. Bonus-track: durante su viaje a la Tierra, unos ocho minutos, los neutrinos cambian de sabor –de clase– y eso obliga a los físicos a replantear toda la física de las partículas sub-atómicas. En algo tiene que trabajar esta gente, ¿o pretenden que se pasen la vida tomando Sol? ■



Opinión pública

# Qué piensa la gente sobre esa cosa llamada ciencia

por S. G.

*La Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (SeCTIP) acaba de lanzar la primera encuesta nacional sobre percepción pública de la ciencia, que permitirá saber qué piensa y qué espera la gente de esta actividad. La información será útil para el diseño de políticas adecuadas.*

Cada día es más evidente que no se puede gobernar de espaldas a la gente. Resulta necesario, por lo menos, saber qué piensa, qué espera y cuáles son sus miedos. Esto siempre lo tuvieron claro las empresas de marketing y publicidad: para vender un producto, primero hay que conocer los gustos del público.

Además, la creciente injerencia de la ciencia y la tecnología en nuestra vida cotidiana y su rol fundamental en el desarrollo de los países hacen necesario conocer cómo interactúa la gente con la ciencia.

En efecto, en los países avanzados, la política de ciencia y tecnología tiene una relación muy estrecha con la opinión pública. “Para la investigación se requieren inversiones cada vez mayores, y éstas, por su magnitud, deben ser confrontadas con los otros posibles destinos del dinero público”, señala Mario Albornoz, coordinador de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). Y agrega: “Esto nos dice que la ciencia y la tecnología se están manejando con los mismos criterios que las otras políticas; de hecho, se indaga qué piensa la gente sobre todas las políticas públicas”.



***“Para la investigación se requieren inversiones cada vez mayores, y éstas, por su magnitud, deben ser confrontadas con los otros posibles destinos del dinero público”***

También existe una conciencia crítica acerca de los riesgos que implica el modelo tecnológico: riesgos vinculados a la ecología, la alimentación, la salud, los recursos naturales e, incluso, el trabajo. Conocer cuáles son los miedos de la gente en este sentido también es importante. Los temores infundados requieren información más precisa. Y los fundados...

En tal sentido, la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (SeCTIP) acaba de lanzar la primera encuesta nacional sobre percepción pública de la ciencia. El objetivo es conocer las opiniones y las valoraciones de los argentinos sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología y su impacto en la sociedad. La encuesta se aplicará a 1750 casos de población urbana, distribuidos en 17 ciudades de más de 50 mil habitantes: Buenos Aires y alrededores,

Rosario, Mar del Plata, Río Cuarto, Resistencia, Mendoza, San Juan, Neuquén y Trelew, entre otras.

Esta consulta será llevada adelante por el Observatorio Nacional de Ciencia y Tecnología de la SeCTIP, y tomará como referencia la encuesta piloto realizada a

principios de 2003, dirigida por el profesor Alborno y financiada por la RICYT y la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). “Esta medición nacional brindará una visión certera sobre la opinión pública acerca de la ciencia y, al mismo tiempo, será posible comparar esos resultados con los de otros lugares del mundo”, asegura Alborno.



### Las primeras encuestas

La institución pionera en encuestas de percepción de la ciencia es la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos, que comenzó a realizarlas a principios de los años 70. Luego se sumó la Unión Europea con el Eurobarómetro, un sistema de medición de la opinión pública creado en 1973, que indaga sobre las opiniones en la salud, la cultura, el medio ambiente, la información tecnológica y la biotecnología, entre otros temas. Estos estudios también se han realizado en Australia, Canadá, Japón, China y Malasia.

En Latinoamérica, en cambio, la preocupación por hacer encuestas de esta índole es más reciente. La primera de carácter nacional se hizo en 1987 en Brasil, encarada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de ese país. A partir de 1994, se hicieron en Colombia, México y Panamá. En la Argentina, la primera de alcance nacional es la que acaba de lanzar la SeCTIP. Sin embargo, existen algunos antecedentes aislados.

En 1998, la Asociación Civil Ciencia Hoy realizó un sondeo acotado a la Ciudad de Buenos Aires y conurbano, con una muestra de 400 casos. En cuanto a la encuesta piloto realizada en 2003, ésta abarcó 300 casos en la Argentina, y se hizo en forma simultánea en Uruguay, Brasil y España, según explica el licenciado Carmelo Polino, investigador de Redes, Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior, y miembro del equipo que realizó el estudio.

Otros sondeos de opinión realizados en el país estuvieron dedicados a un área

### Algunos resultados de las encuestas

En la encuesta realizada por el Centro Redes en abril de 2003, ante la pregunta sobre el financiamiento estatal de la ciencia, la imagen que predominó fue que aquél es insuficiente. “En Argentina la estimación alcanza el 93,1 % de las respuestas, mientras que Brasil presenta un comportamiento diferente: el 68,5 % considera que tal financiamiento es insuficiente, y para el 27,8 %, el Estado financia de manera razonablemente suficiente la investigación en ese país”, relata Carmelo Polino.

La insuficiencia de apoyo estatal es considerada también la causa de que no haya mayor desarrollo científico. Asimismo, la opinión mayoritaria considera la utilidad de la investigación científica local. Pero Brasil también muestra una tendencia diferente, pues un 54,9 % ve que el conocimiento tiene una aplicación práctica, mientras que en la Argentina, sólo un 24,2 % considera que hay tal aplicación. Y en todos los países los encuestados reclaman por la falta de difusión de los resultados científicos.

Generalmente, estas encuestas trabajan con el supuesto de que a mayor nivel de conocimiento hay mayor aceptación de la ciencia. “Pero no hay evidencias de que la persona que tiene más conocimiento sobre ciencia sea menos crítica sobre los riesgos potenciales que ella implica”, afirma Polino. La pretendida ingenuidad de una ciencia despojada de consecuencias negativas ya no existe.

científica específica: la biotecnología. En tal sentido, el licenciado Alberto Díaz, director de la carrera de Biotecnología de la Universidad Nacional de Quilmes, realizó en 1996 una encuesta entre los estudiantes de esa universidad. Por otro lado, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGPYA) efectuó una consulta en

### ¿Se mide la cultura científica?

En Europa y Estados Unidos se intenta medir el nivel de alfabetización científica de la gente. Se ofrece una lista de oraciones –si los hombres convivieron con los dinosaurios o si los electrones son más pequeños que los átomos– y los encuestados deben decir si son correctas o incorrectas. A mayor número de respuestas correctas, mayor alfabetización. “Esto tiene un problema –señala Carmelo Polino–, porque habría que discutir por qué esas preguntas y no otras”. Además, se está midiendo, sobre todo, la memorización de contenidos.

“Para nosotros, la cultura científica no

mayo de 2003 acerca de la percepción de la sociedad respecto de los organismos genéticamente modificados.

“La biotecnología, como cualquier otra tecnología, para crecer en forma exitosa tiene que ser comprendida por la sociedad”, señala Díaz, y completa: “Salvo que queramos depositar en unos pocos la responsabilidad de dar forma al mundo en que vivimos”. De hecho, en las consultas realizadas en los países del Norte, la biotecnología es un tema obligado.

### La comparación entre los diferentes países

Un aspecto fundamental al encarar la realización de una encuesta es la metodología a emplear.

“Cuando se habla de indicadores de la percepción pública de la ciencia –explica Polino– se discute si éstos deben reflejar

rasgos específicos del contexto local o si tienen que permitir la comparación internacional". El empleo de la metodología de la NSF responde a la necesidad de comparar datos entre distintos países, lo cual es posible si se dispone de preguntas iguales y formas similares de interpretar las respuestas.

es tanto recordar datos, sino la forma en que los individuos interactúan con la ciencia en la vida cotidiana", indica Polino. Desde esta perspectiva, la cultura científica no es un atributo de los individuos sino de las sociedades. "Por ello, nos interesa conocer cuán científicamente orientada está una sociedad en un determinado momento. Y esto se vincula a cuánta información científica se consume, cuánto se visitan los museos de ciencia, cuánto se discuten los temas de ciencia en los medios de comunicación, cuánto aparece la ciencia y la tecnología en el discurso social, y de qué manera".

***Prácticamente no se pueden hacer políticas públicas sin indicadores. Estos dan el estado de desarrollo de determinadas variables y permiten trabajar en forma comparativa.***

"Si bien la comparabilidad internacional es un concepto a tener en cuenta – prosigue Polino –, también es importante definir algunos elementos propios de la realidad de los países de la región".

¿Qué son los indicadores? "Es un número que representa una dimensión de la realidad", define Alborno. Una temperatura por encima de los 37 grados es un indicador de fiebre, el índice de inflación es un indicador de cómo marcha la economía. "Prácticamente –continúa– no se



### Actitud hacia la biotecnología

Hoy en día, los organismos genéticamente modificados (OGM) ocupan un lugar destacado en la economía de la Argentina. De hecho, el 90% de la soja que se produce es transgénica. Y también lo es gran parte de la producción de maíz y algodón. Sin embargo, éste no es un dato que maneje la mayoría de la población. En tal sentido, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca realizó una encuesta en 2003 para indagar qué sabe la gente sobre los OGM y qué opina acerca de su aplicación. Entre los consumidores, el 64% afirmó conocer o haber oído hablar de los OGM. Y el 77% aseguró estar de acuerdo con el uso de la biotecnología con fines medicinales, el 43% con fines agrícolas y sólo un 23% para el mejoramiento animal.

Resultados parecidos se obtuvieron en la Universidad de Quilmes: el 90% estuvo de acuerdo en que la biotecnología se aplique al desarrollo de medicamentos y vacunas. Pero sólo el 50% apoyó su aplicación en el mejoramiento agrícola y en la producción de alimentos, y apenas el 20% la aceptó en el mejoramiento animal. "Esto coincide, aproximadamente, con los resultados internacionales", señala Alberto Díaz.

También se averiguó en quién confían. "Un 97% respondió que no confía en los empresarios ni en los funcionarios gubernamentales y un 88% declaró que considera a los científicos como las personas de mayor confianza para que informen o eduquen", afirma el investigador.

Para Díaz, los resultados hacen pensar que es necesaria una política activa de difusión y educación general en biotecnología. "Y desarrollar una estrategia original sobre las necesidades de nuestro país y de los países en vías de desarrollo", concluye.

pueden hacer políticas públicas sin indicadores. Estos dan el estado de desarrollo de determinadas variables y permiten trabajar en forma comparativa". Claro que no todo puede expresarse en términos de indicadores: no existe un indicador de genialidad de los científicos. Pero sí se le pueden otorgar valores numéricos, por ejemplo, a la infraestructura de la ciencia y la tecnología, al volumen de recursos que se asignan, o a las patentes obtenidas.

### ¿Sirven las encuestas?

Los estudios de sondeo de opinión tienen su costo, lo cual hace que nos preguntemos si tienen una aplicación concreta. "Nadie puede saber cuál es la opinión de la población sin invertir dinero", afirma Alborno.

También puede decirse que sus resultados repiten lo que dice el sentido común. "No siempre las encuestas dicen lo obvio o lo esperable. De hecho, en los estudios en que comparamos diferentes países, en ciertos aspectos hubo diferencias entre los resultados de Brasil y los de Argentina, por ejemplo", enfatiza Alborno.

"El gobierno del presidente Kirchner tiene la intención de duplicar el presupuesto de ciencia y técnica. Si estas cosas no están acompañadas por la sociedad, tienen patas cortas", señala el coordinador de la RICYT.

Por su parte, Alberto Díaz destaca que, según las encuestas, "la gente, en un alto porcentaje, confía en los científicos y en la universidad, y desconfía de los empresarios y los políticos". Estos datos se vinculan a otro resultado: casi la totalidad de los consultados sostuvo que los organismos gubernamentales deberían brindar información al conjunto de la sociedad.

Los sondeos de opinión, aunque confirmen algunas intuiciones, son útiles en la medida en que esa información luego sea tenida en cuenta, y no termine en el fondo de un cajón de una dependencia oficial. ■

El (auto)gobierno de las universidades

# La democracia universitaria en discusión

por Guillermo Mattei\*  
gmattei@df.uba.ar

Fotos: Paula Bassi

*Para un sector de la comunidad universitaria, los coletazos de la misma crisis de representatividad que terminó con el gobierno de Fernando de la Rúa tendrían su correlato en la revisión del modelo de democracia indirecta estatuido en las universidades nacionales a partir de la Reforma de 1918. Otras voces consideran reaccionaria dicha posición y no dudan de que el modelo actual de democracia sea el más justo. Pero el debate recién empieza.*



Desde que la cultura griega inaugurara, para la solución de los problemas comunitarios, el método de la razón y la palabra frente a las narraciones mitológicas, la democracia directa de la plaza pública debió esperar varios siglos hasta convertirse en democracia representativa. La complejización del orden social demandó que el pueblo delegara el poder de autogobernarse a un grupo de personas, tal como establecen las primeras consti-

tuciones que aparecen entre los siglos XVII y XVIII. Surgen los representantes del pueblo. Surge la democracia representativa. También surgen las promesas electorales incumplidas y las crisis de representatividad.

Uno de nuestros íconos de crisis de representatividad democrática tuvo lugar precisamente en varias plazas públicas del país en diciembre de 2001. Aquellos sucesos sangrientos fueron el punto de partida

de algunas corrientes de pensamiento que intentan buscar formas alternativas a los métodos de representación tradicional, algo así como una versión moderna de la plaza griega.

La universidad pública, por su parte, parece no quedar eximida de cuestionamientos similares en cuanto a la forma en que ejerce el gobierno de sí misma. Un reciente estudio de investigadores de la Facultad de Ciencias Sociales



(FCS) de la Universidad de Buenos Aires indica que los sucesos del 20 de diciembre serían la principal motivación por la cual, actualmente, los alumnos adhieren a un cambio en las formas usuales de elección de autoridades universitarias, pese a exhibir una evidente falta de información sobre el manejo institucional.

### **El gobierno de las públicas**

Una de las características distintivas del sistema argentino de gestión universitaria es el llamado cogobierno tripartito. A la manera de una democracia parlamentaria, representantes de los conjuntos –claustros– de profesores, graduados y alumnos de cada una de las facultades en las que se divide la universidad, deliberan periódicamente en un cuerpo legislativo denominado Consejo Directivo. Este cuerpo tiene la potestad, entre otras, para elegir un decano, designar docentes y administrar presupuestos. A su vez, cada decano somete a la decisión del Consejo el nombramiento de los directores de las diferentes carreras que se cursan en la facultad.

***La universidad reformista es la del cogobierno, la autonomía, la periodicidad y la libertad de cátedra, la asistencia libre y el régimen de concursos.***

Por su parte, una asamblea que reúne a todos los decanos, consejeros directivos de las facultades y representantes generales de cada claustro –denominados consejeros superiores– elige a la autoridad máxima de la universidad: el rector. De ahí en más, el cuerpo legislativo máximo de la universidad, el Consejo Superior, es el encargado de gobernar todo el sistema.

El detalle es que las proporciones de los representantes por claustro no son equivalentes sino que hay una pondera-

ción por la cual los profesores tienen la mitad de las bancas de los consejos, y los graduados y alumnos un cuarto cada uno.

La génesis de este tipo de gobierno universitario se ubica en los sucesos revolucionarios de junio de 1918 en Córdoba, históricamente conocidos como la Reforma (ver recuadro “Todo es historia”). La universidad reformista es la del cogobierno tripartito, la autonomía universitaria, la periodicidad y la libertad de cátedra, la asistencia libre y el régimen de concursos.

***Los sucesos del 20 de diciembre serían la principal motivación por la cual los alumnos adhieren a un cambio en las formas de elección de autoridades universitarias***

### **Un hombre, un voto**

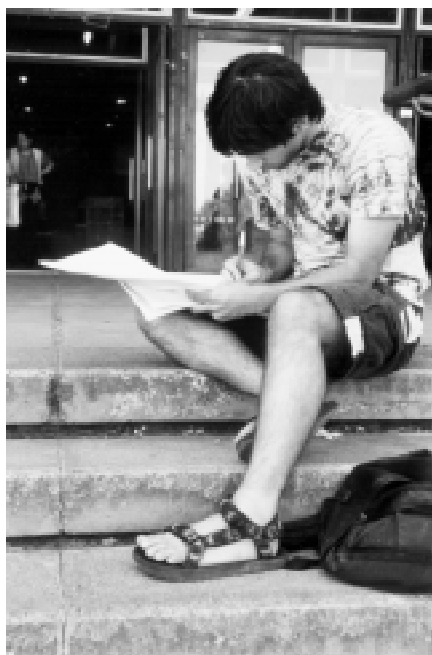
“La necesidad de conocer la forma de posicionarse de los estudiantes acerca del significado de la democracia y el gobierno universitario” es la motivación del estudio sociológico “La Universidad en la democracia y la democracia universitaria”, elaborado por los investigadores y docentes del Instituto Gino Germani (facultad de la UBA) Francisco Naishtat, Mario Toer y colaboradores durante el segundo semestre de 2002 sobre 1300 alumnos de tercer año.

El análisis de los resultados (ver recuadro “Los estudiantes...”) lleva a los investigadores a concluir que los alumnos prefieren la elección directa de los representantes (un hombre igual a un voto) para las autoridades universitarias, con especial énfasis en aquellas instancias más cercanas al ámbito donde transcurre su vida académica específica y, al mismo tiempo, que los niveles de desconocimiento estudiantil de temáticas que hacen a la vida institucional de la universidad es considerable.

Hasta aquí el diagnóstico. ¿Las causas? Naishtat y Toer remarcan dos: “Una es el espíritu de cuestionamiento a las figuras de autoridad y las instituciones de representación que sacudió a nuestro país durante buena parte del año 2002, período en que llevamos a cabo la recolección de nuestros datos. Los tiempos del ‘que se vayan todos’ estaban en su plenitud...”. En relación con la otra causa –el alto grado de desinformación– los investigadores opinan que no contradice la primera: “Ante la presencia de formas de elección directa, el compromiso y el consiguiente mayor conocimiento podrían incrementarse como producto de la necesidad de explicitar proyectos con mayor anticipación de parte de quienes aspiran a ocupar el sitial correspondiente”.

Estas opiniones de los estudiantes universitarios son sólo un emergente de un debate interesante y profundo. En diciembre de 2002 algunos grupos de alumnos y graduados de la FCS-UBA tomaron el Rectorado enarbolando la consigna del voto directo y sin ponderaciones para la elección del director de una carrera. En octubre de 2003, los alumnos de una de las carreras de la FCEyN cuestionaron las decisiones académicas de su Consejo Directivo con el argumento de que colisionaban con los mandatos surgidos de sus propias asambleas. Al mismo tiempo, mientras las entidades gremiales docentes hacen público su cuestionamiento a algunos aspectos del gobierno de las facultades, los profesores reivindicán, en diferentes foros, su rol prioritario en la conducción académica de las casas de estudio.

Dos aspectos del debate, que obviamente no lo agotan, podrían resumirse en las preguntas: ¿a quién representan los representantes en los cuerpos legislativos universitarios? y, ¿hay una parte del progresismo que es conservadoramente prerreformista?



### **Al pueblo lo que es del pueblo**

Diario *Página 12* del 14 de octubre de 2003. El secretario gremial docente de la FCEyN, Rafael González, argumenta: “La legitimidad de la estructura del gobierno universitario está en crisis: en los últimos años, y aún ahora, se han tomado decisiones en contra de la mayoría de los docentes, no docentes y alumnos, que derivaron en serios conflictos”, y agrega que “...las mayorías circunstanciales de los consejos directivos plantean que es legítimo tomar decisiones más allá de si la mayoría de un claustro o departamento está de acuerdo: el haber ganado las elecciones los imbuiría automáticamente de la representación mayoritaria”. González sostiene que la “democracia reglamentaria” de los consejos es insuficiente sin la “democracia participativa y transversal” de plebiscitos, petitorios, asambleas, movilizaciones, jornadas de discusión, consultas con la sociedad y con sus organizaciones populares.

En el mismo diario, el 24 de octubre de 2003, el profesor del Departamento de Física de la FCEyN, Jorge Aliaga, le responde a González: “La universidad pública recibe fondos que aportan todos los ciudadanos y es autónoma. La sociedad asigna a los gobernantes de la universidad la enorme responsabilidad de administrar

El rasgo principal con el cual nacieron las universidades de esta parte del mundo fue el profesionalismo funcional a la lógica colonial iberoamericana. Hombres de leyes, hábiles comerciantes y expertos en el arte de curar eran los graduados universitarios que la metrópoli borbona demandaba para sus nuevas posesiones.

Pero los vicios ultramontanos y la obsolescencia de la universidad meramente profesionalista hicieron eclosión en la fogosa década de los años 20. “Hombres de una República libre, acabamos de romper la última cadena que, en pleno siglo XX, nos ataba a la antigua dominación monárquica y monástica”. Así comenzaba el Manifiesto Liminar de los reformistas cordobeses de junio de 1918 y más adelante afirmaba: “Los métodos docentes estaban viciados de un estrecho dogmatismo, contribuyendo a mantener a la Universidad alejada de la Ciencia y de las disciplinas modernas”.

esos fondos para cumplir de la mejor forma con el objetivo de proveer educación, generar investigación científica y tecnológica y ofrecer extensión para el pueblo”. En este contexto reformista, el “pueblo” no son los estudiantes, graduados y profesores que eligen a los consejeros sino que siguen siendo todos los argentinos que delegan la potestad de conducir la universidad a una comunidad de especialistas en lugar de a cualquier funcionario designado por el Poder Ejecutivo. Luego, los consejeros no estarían llevando el mandato corporativo de su claustro sino aportando –en tanto profesores, graduados y alumnos– visiones ponderadas por su experiencia y pertenencia al sistema al logro de los objetivos reformistas que describe Aliaga.

### **Todo es historia**

En opinión de algunos universitarios veteranos, el apogeo de los principios instalados por la Reforma tuvo lugar entre 1955 y 1966. En esa década, la universidad fue paradigma de la creación de conocimientos y, por lo tanto, superadora del modelo meramente profesionalista.

En la breve primavera que comienza a mediados de 1973, la universidad tuvo la impronta de los llamados proyectos nacionales que le dieron nuevos matices al rumbo trazado hasta 1966.

Sin embargo, a partir de mediados de los años 80, por ejemplo, en la Universidad de Buenos Aires comienza un período de dieciséis años ininterrumpidos en que la cultura política del gobierno fue el arte unipersonalista de armonizar, subordinar, neutralizar, transformar, suprimir y redireccionar los diferentes intereses corporativos dentro de la comunidad en un complejo entramado de poder. En otras universidades nacionales sucedieron fenómenos similares.

***“El ala ultracontestataria del progresismo universitario desdibuja la especificidad creativa de la universidad como institución al servicio de la sociedad”***

### **El problema de la identidad del progresismo universitario**

En el espectro político de conducción de la universidad argentina, las derechas reaccionarias y ultramontanas son datos del pasado (de un pasado relativamente reciente, pero pasado al fin). Las derechas neoconservadoras-liberales –aunque con diferentes ropajes– siempre están presentes a la espera de poder reducir la educación pública a un bien transable. Sin

### Los estudiantes opinan

Una de las preguntas de la encuesta de Naishtat y Toer estaba referida a cómo los estudiantes imaginaban la composición de un Consejo Directivo ideal para su facultad sobre la base de que sus miembros pudieran ser elegidos entre profesores regulares e interinos, auxiliares docentes, alumnos, no docentes y graduados. Los alumnos prefieren que la mitad de los consejos sigan siendo docentes, pero conformados por cuatro profesores regulares, dos interinos y dos auxiliares y, suplementariamente, se completaría con cinco representantes alumnos, un no docente y dos graduados.

Los encuestadores pautaron tres formas de elección de las autoridades: indirecta por representante, directa manteniendo las actuales proporciones de representación de cada claustro y voto sin ponderaciones (un hombre igual un voto). Alrededor del 40 por ciento de los estudiantes prefirió la segunda modalidad para la elección de rector, y

la tercera para la de decanos y directores de carrera.

Sin embargo, el estudio revela que más del 80 por ciento de los encuestados nunca había participado de asambleas, reuniones o debates políticos en el ámbito universitario ni había desarrollado ningún tipo de actividad política en agrupaciones estudiantiles, partidos políticos u organizaciones sociales.

Para medir el grado de información sobre la vida institucional de la UBA se les preguntó a los estudiantes qué agrupación estudiantil había ganado las elecciones del centro y el nombre del decano de su facultad, el nombre del rector, la periodicidad de la elección de los representantes estudiantiles y de la elección de decano. Los resultados evidencian un alto nivel de desinformación: alrededor del 60 por ciento conoce las autoridades del centro pero no el nombre de sus decanos, el rector ni la periodicidad de las elecciones.

corporación más, cerrada en sí misma, con un alto grado de fragmentación interna, y poco fecunda en su rol de crear conocimiento para la mayoría de la sociedad. De este modo se deja de lado el sentido histórico fundacional del cogobierno democrático, que no surgió como un fin en sí mismo ni para satisfacer los reclamos gremiales de algún sector, sino como expresión de la lucha por crear las mejores condiciones para que la universidad sea una herramienta de transformación social al servicio de las mayorías”, concluye Carnota.

### Quo vadis democracia universitaria

¿Cuál es la forma que adoptará el debate en lo inmediato? La información, datos y testimonios anteriores parecen predecir dos tipos de debate.

En uno sería lícito extrapolar linealmente los fenómenos de crisis de representatividad que atraviesan muchos pueblos del orbe a la naturaleza de la representatividad en el cogobierno tripartito de las universidades públicas. Esto implica admitir que existiría una analogía, por ejemplo, entre un diputado nacional que representa a los votantes de su circunscripción con un consejero directivo que debería representar a los votantes de su claustro.

En el otro tipo de debate estaría en discusión la esencia misma de los principios reformistas y el propio modelo de universidad pública. Por un lado, los claustros y sus representantes, con visiones ponderadas por la experiencia académica de sus miembros, desempeñando el rol de intermediarios de un pueblo que otorga autonomía en virtud del conocimiento especializado de la comunidad universitaria. Por el otro, la federación de corporaciones internas a la comunidad universitaria disputando el poder con los instrumentos de la democracia formal y no formal.

Seguramente, a lo largo del 2004, la discusión sobre el gobierno universitario adoptará una forma más definida. ■

\* Asistente de la coordinación de los Laboratorios Básicos de Enseñanza del Departamento de Física, FCEyN.

embargo, dentro del mismo espacio del progresismo, si bien una parte seguiría manteniendo el espíritu reformista de la excelencia académica como modo de justificar el sentido de la existencia de la universidad ante los sectores sociales afectados por el modelo neoliberal, hay otra parte que, agotando sus argumentaciones en la mera demanda corporativa, parecería empujar la educación superior a una nueva versión del prerreformismo.

En esta descripción del mapa político de la universidad se ubica el científico de la computación Raúl Carnota, referente del Claustro de Graduados de la FCEyN por su actuación en la recuperación de la Universidad luego de la noche de la dictadura y estudioso de los temas de política uni-

versitaria. Carnota opina que el ala ultracontestataria del progresismo universitario, al hacer el eje –por ejemplo– en la permanencia en los cargos y la relativización de los concursos y de la trayectoria académica, desdibuja la especificidad creativa de la universidad como institución al servicio de la sociedad y la reduce a una empresa.

“Estas posturas tienen como supuesto implícito que en la universidad el ‘pueblo’ son los docentes, no-docentes y alumnos, y que una mayoría dentro de un sector cualquiera basta para legitimar las decisiones que afectan a dicho sector”, explica Carnota, y agrega: “Este enfoque descontextualizado socialmente corre el riesgo de llevar a que la universidad sea una

Tulio Del Bono

# La vuelta al diálogo

por Armando Doria  
mando@de.fcen.uba.ar

Fotos: Paula Bassi

*Con el acento de su gestión puesto en la recomposición del presupuesto científico y la apertura del diálogo con los investigadores, Tulio Del Bono asegura que "corren nuevos aires para la ciencia". Del Bono es ingeniero y sanjuanino. Como profesional, estuvo a la cabeza de sus propias empresas. Tiene 35 años de docencia. Fue secretario general de la CONADU, rector de la Universidad Nacional de San Juan y presidió el Consejo Interuniversitario Nacional. Electo diputado nacional por el PJ, mantuvo su banca hasta que el ministro de Educación, Daniel Filmus, lo nombrara secretario de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. En charla con EXACTAMENTE, este hombre del riñón del kirchnerismo habla de los compromisos asumidos ante la comunidad científica y de las estrategias para satisfacer tantas expectativas.*

**-Néstor Kirchner asumió la presidencia dándole a la ciencia y la tecnología un espacio dentro de su discurso. ¿La secretaría a su cargo piensa la ciencia a través de los lineamientos básicos de ese discurso?**

-De hecho, el discurso se enmarca en un planteo ideológico que yo comparto plenamente, primero por provenir del mismo equipo político que comenzó a transitar todo este trayecto previo a la elección de presidente y, segundo, porque participé de la redacción de la plataforma electoral del doctor Kirchner en los aspectos relativos a educación, ciencia y técnica. Ahí hay un encuadre ideológico común que parte de la base de volver a crear un estado presente, preocupado por el desarrollo, por la equidad, un estado que participe activamente en la vida social y económica del país, y que utilice como una herramienta fundamental para el desa-





rollo a la actividad científica y tecnológica y a la educación. Cuando el doctor Kirchner habló de un estado presencial, nosotros, desde el campo científico, inmediatamente lo traducíamos en poner la ciencia al servicio del bien común, poner todas las herramientas al servicio de la sociedad y de un proyecto de desarrollo.

***De una actitud gubernamental que mandaba a los científicos a lavar los platos, pasamos a convocar al sector científico a participar de la formulación de políticas.***

**-¿Cómo vivieron la recepción de sus propuestas por parte de la comunidad científica?**

-Diría que fue muy buena. Cuando recién llegué a la Secretaría, tenía algunos temores en cuanto a que nuestra propuesta no fuera bien entendida. Sin embargo, en general, dentro del sistema científico se dieron las condiciones para elaborar un marco de consenso que nos permitiera desarrollar nuestras propuestas. Yo creo que el sistema científico, más allá de sus internas, estaba deseando ser convocado para participar de un proyecto de desarrollo nacional. Por lo tanto, creo que cuando formulamos la convocatoria, y más todavía cuando la convocatoria se respaldó no sólo con un proyecto sino también con realidades concretas como es un incremento presupuestario importante, la comunidad científica concurrió gustosa y está trabajando activamente. Hay muchas cosas por corregir, pero me parece que soplan nuevos aires, vientos distintos que hacen que la gente se sienta convocada. De una actitud gubernamental que mandaba a los científicos a lavar los platos, pasamos a convocar al sector científico a participar de la formulación de políticas.

**-Usted será consciente de que se están generando muchas expectativas, como con la mayor parte de las políticas del gobierno nacional...**

-Es cierto, y yo diría que se siente muchísimo la presión de los científicos al respecto, y en el buen sentido. El sistema ha respondido a la convocatoria y esto genera una responsabilidad importante como representantes del Estado. Nosotros tenemos una doble responsabilidad, la Secretaría a mi cargo tiene la obligación de hacer lo que decía Jorge Sábato, el famoso triángulo de la interacción entre el Estado, el sistema científico y sistema productivo y la sociedad. Por lo tanto se siente una doble presión, y se ve cuando se realizan las convocatorias.

**-¿Cuáles son las convocatorias?**

-La última convocatoria que hemos hecho de los Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica ha tenido una respuesta muy fuerte por parte de los científicos. También la convocatoria para adquirir equipamiento, en la que hubo presentaciones de muy buen nivel y que han desbordado nuestra posibilidad de financiamiento. Y del mismo modo sucede con las convocatorias para el Fondo Tecnológico Argentino, que involucra proyectos de innovación tecnológica; estamos totalmente desbordados por las empresas que concurren masivamente a buscar apoyo para su actividad productiva, y esto creo que es importante.

**-¿Cómo es la respuesta del sector productivo?**

-Yo creo que ahora, tanto el sector productivo como el Estado y la sociedad en general han tomado conciencia del valor que tiene el conocimiento como factor de desarrollo, van a ser fuertes demandantes de nuestro sistema científico tecnológico y, por lo tanto, tenemos que estar en condiciones de dar respuestas. Tenemos una doble responsabilidad en nuestro carácter de interfaz: satisfacer las expectativas del sector científico con más presupuesto y más y mejores recursos, pero satisfacer también las expectativas que, sobre el sector científico, ponen la sociedad y el Estado. Es importante que un sector productivo históricamente poco dispuesto a innovar finalmente ha entendido que sin innovación tecnológica no hay desarrollo posible, y que ahora está demandando servicios al sistema científico.

***Todavía no se escucha con mucha fuerza el reclamo del sector productivo por más y mejor conocimiento.***

**-El empresariado local nunca mostró interés por el sistema científico, ni por la ciencia en general. ¿No cree difícil que pueda haberse revertido en tan poco tiempo?**

-No se ha revertido totalmente. Yo creo que todavía... cuestan estas cosas. Y cuestan por varias razones. En primer lugar, creo que Argentina todavía está viviendo lo que podríamos denominar un paradigma de desarrollo basado en la explotación intensiva de los recursos naturales, o sea, una economía agrícolaganadera. Este paradigma se basa en el concepto de que vendiendo vacas y trigo tenemos el mundo y el futuro asegurado. El mundo ya saltó de ese paradigma al paradigma industrial, y saltó del industrial a un nuevo paradigma que es de la economía del cono-

cimiento, por lo tanto, en algunos casos nosotros hemos quedado, no uno, sino dos paradigmas atrasados. Y esto se nota. Cuando uno observa los reclamos del sector productivo, éstos se fundamentan en ventajas de tipo cambiario, o de tipo impositivo, o ventajas crediticias o arancelarias, pero todavía no se escucha con mucha fuerza el reclamo del sector productivo por más y mejor conocimiento.

**-Entonces los tiempos cambian, pero algunas idiosincrasias se conservan...**

-Un país era poderoso si tenía recursos naturales, hidrocarburos, oro, plata. En el mundo moderno eso ya no existe, sino que rige el poder de las ventajas competitivas. Las ventajas comparativas son las naturales, las ventajas competitivas son artificiales, se fabrican, las fabrica la inteligencia humana. Si nos fijamos ahora cuáles son los países más poderosos del mundo, no son precisamente los que tienen más recursos naturales. Los países que poseen el petróleo no son los más poderosos, los países que poseen el oro o el uranio no son los más poderosos; es decir, países como Japón, prácticamente están montados arriba de una isla que es de piedra; no hay nada, ni suelo aprovechable, ni nada; todo su desarrollo lo basan en ventajas competitivas; y éstas son el conocimiento aplicado. Ese tema todavía no es totalmente asumido por gran parte del sector productivo argentino, que todavía conserva el paradigma de la ventaja comparativa. Y, a largo plazo, eso no es sostenible; lo único que es sostenible en el tiempo es la capacidad de generar y de aplicar conocimiento.

**-Pero los cambios culturales no se dan de un día para el otro.**

-Sin embargo, uno ve cómo, día a día, cada vez que lanzamos convocatorias para financiar la innovación tecnológica, los empresarios concurren con mayor asiduidad y consultan más y presentan más proyectos.



**-¿La sociedad considera a la ciencia como un tema importante?**

-Si se considerara importante, hubiéramos tenido más presupuesto, porque los representantes de la sociedad, que son los legisladores, lo hubieran votado: tendríamos más estudiantes, más y mejores universidades. Yo creo que en el fondo, si estamos como estamos en materia de inversión, se debe a que dentro de la agenda pública nunca fue un tema prioritario. Y nuestra situación es culpa de esa idea de que con la vaca y el trigo teníamos el futuro asegurado. Pero creo que también ha sido culpa nuestra, como sistema científico, no haber sabido generar una buena difusión, para que la gente tome conciencia de nuestra actividad. Para legitimar la actividad científica, una de las formas es mostrarle a la sociedad logros, y para eso necesito innovación tecnológica en las empresas, necesito innovación social, o sea, tecnologías sociales que mejoren la calidad de vida de la gente, lo que sería investigación aplicada o tecnología. Sin embargo, difícilmente se pueda generar desarrollo tecnológico si no tenemos un fuerte sustento de investigación básica pura. Y muchas veces eso es lo más difícil de explicar; que sin matemática, física, química, no es posible el desarrollo.

*Es importante que crezca la producción de conocimiento, pero con eso solo no alcanza: hay que focalizar también en los problemas concretos, en las carencias y necesidades de la gente.*

**-¿La crisis de legitimidad es sólo un problema de comunicación?**

-El paradigma de la actividad científica tradicional ha sido el del científico trabajando, en general aislado, en forma muy disciplinada, pensando que rige la ciencia la misma teoría que se pensó en algún momento que regía la economía, y que era la teoría del derrame. Esto es: si yo produzco en mi actividad con gran nivel y con gran calidad, mis resultados se van a derramar de tal manera que van a generar un efecto cascada que solucionará todos los problemas. Así como la teoría del derrame en economía no funcionó, y el crecimiento económico no derramó más bienestar para la sociedad en su conjunto, sino que terminó en riquezas concentradas en unos pocos, de la misma manera, la teoría del derrame en la actividad científica trae esos peligros. Por lo tanto, es importante que crezca la producción de conocimiento, pero con eso solo no alcanza: hay que focalizar también en la demanda, en los problemas concretos, en las carencias y necesidades de la gente. Cuando hagamos eso con más intensidad, no me cabe duda de que la sociedad va a comenzar realmente a valorar la actividad científica.

*Nosotros debemos fomentar una verdadera integración, pero la responsabilidad no es solamente nuestra, sino también de la comunidad científica.*

**-¿Cuáles son las bases respecto de la integración con los países vecinos?**

-En primer lugar, hay una fuerte decisión política de reforzar al

### Raíces

**EXACTAmente.-** La Red de Argentinos Investigadores y Científicos en el Exterior es un proyecto muy particular, un intento de repatriación parcial...

**Tulio Del Bono.-** Este programa existe desde hace un tiempo, no es un invento nuestro, sólo que, por distintas razones, no se aplicaba. Lo que hemos hecho fue ponerlo en marcha. La idea es aprovechar las ventajas de los medios de comunicación para poner en red a investigadores argentinos que trabajan en otros países y a investigadores locales. Ya que por ahora no podemos repatriar en masa a esos investigadores que trabajan afuera, la idea es hacer algo razonable para aprovechar sus conocimientos. Muchos de esos investigadores son conscientes de que tienen una deuda con el país ya que fueron formados en universidades estatales y gratuitas. Y la mayor parte no se ha ido porque fuera egoísta o desagradecida, sino porque el país no le daba las condiciones apropiadas para poder trabajar dignamente. Nosotros creemos que si generamos condiciones apropiadas, ellos van a devolver parte de su conocimiento y capacidad en forma concreta. Por ahora se han armado trece redes, en tres áreas distintas de conocimiento: historia, biología y física. La coordinación está a cargo de áreas determinadas del Instituto Balseiro, de la Conea, de un instituto de historia de la Universidad Nacional de San Juan, de la Universidad del Centro y del Cenpat. Estos cinco organismos, en primer lugar, deberán armar un banco de datos con todos los científicos argentinos radicados en el exterior. En segundo lugar, establecerán una red, un programa para conectarlos con sus pares. De esa red se van a generar dos tipos de actividades: un foro de debate vía Internet y dos o tres proyectos de investigación concretos que serán financiados por la Secretaría con recursos nuestros. En una segunda etapa, se proyecta que estos científicos que trabajan afuera puedan tener funciones de agregados científicos en el exterior, colaborando con las embajadas. Es una experiencia nueva, por lo tanto veremos cómo se desarrolla para establecer hasta dónde podemos ir ampliando el programa.



máximo los vínculos entre los países del Mercosur. Fortalecer la relación es importante por varias razones, pero hay una que destacar: si bien es cierto que el conocimiento es el principal factor de desarrollo en el mundo moderno, ocurre que la brecha de conocimiento entre los países desarrollados y los del Mercosur es muy grande, y cada día se agiganta más. Por lo tanto, los países más atrasados estamos obligados a desarrollar los conocimientos de diversas áreas, complementándonos. Por ejemplo, nosotros somos fuertes en biotecnología, los brasileños en informática, ambos somos fuertes en algunas áreas específicas y sumando esfuerzos podemos ser aún mejores. Además, es necesario generar masa crítica suficiente como para tener capacidad de desarrollar más conocimiento y para aplicarlo mejor. La integración de los países iberoamericanos es una necesidad porque ahí estaríamos utilizando una ventaja comparativa, que es tener todo lo que tenemos en común, para generar una ventaja competitiva.

**-Ahora pasemos del exterior al interior. En las provincias hay mucha menor proporción de científicos del Conicet, por ejemplo, y la investigación se fue desarticulando en la mayoría de las universidades...**

-Yo creo que los argentinos tenemos un problema de internismo



crónico. Como hay internas científicas, las hay políticas. La ciencia aplicada contra la ciencia básica, la básica contra los tecnólogos, las ciencias duras contra las ciencias blandas, y también está la interna entre los institutos del Conicet y los de las universidades. Yo no creo que haya mucha diferencia entre el interior y la Capital, lo que pasa es que en ciudades más grandes las internas se notan menos y en el interior son más visibles.

**-Pero, más allá de las internas, ¿no hay un problema de distribución?**

-No, claro, eso es así. En estos momentos, la mayor parte de la actividad científica está concentrada en Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, y la idea es equilibrar más la cosa, lograr integración y un desarrollo armónico.

**-¿Qué medidas se están llevando a cabo para revertir la situación?**

-En todas nuestras convocatorias estamos forzando el trabajo en red y estamos poniendo claramente prioridades. Por ejemplo, hemos tratado de no apoyar a grupos aislados sino a grupos que trabajan en común, que nuclean al sistema científico y al sistema universitario, que nuclean distintas universidades, organismos de diversas provincias, de las provincias más desarrolladas con las menos desarrolladas. Y, volviendo a las internas, podemos observar la cantidad de grupos que están investigando temas muy relacionados, o los mismos temas, y preguntarnos por qué, si están investigando lo mismo, no trabajan juntos. A poco que hurguemos, salvo excepciones, el tema son las internas, diferencias personales que hacen que la gente esté trabajando en forma aislada. Eso siempre es grave porque, en definitiva, no se puede generar masa crítica. Pero eso es mucho más grave cuando el que sostiene todo el sistema es el Estado, porque entonces la ciudadanía tiene que financiar cinco grupos de investigación, cinco institutos distintos, cinco oficinas distintas, cada uno con su computadora, laboratorios, secretarías, teléfonos, edificios. Nosotros debemos fomentar una verdadera integración, pero la responsabilidad no es solamente nuestra sino también de la comunidad científica.

**-Después de asumir su cargo, usted declaró que en un corto plazo el presupuesto destinado a ciencia y técnica llegaría al 1,5 por ciento del PBI...**

-En una primera instancia, nosotros hablamos del uno por ciento.

*Necesitamos también aumentar la inversión privada en investigación, que en la Argentina es muy baja, una de las más bajas del mundo entero.*

**-Teniendo en cuenta que en el 2003 fue de un 0,4, ¿cuán real es el objetivo de llegar a ese porcentaje en el corto plazo?**

-En primer lugar, como Secretaría hemos duplicado el presupuesto para el 2004, lo cual no es poca cosa. De todas maneras, nuestra Secretaría es una porción muy minoritaria de lo que es la inversión científica y tecnológica total. El Estado argentino, entre el sistema universitario, la Consea, la Conae, el Conicet, el INTA, el INTI y la Secretaría invierte anualmente unos 1.400 millones de pesos. De ese monto, la Secretaría tendrá en el 2004, con el presupuesto duplicado, 120 millones asignados. Al contar con una parte tan acotada del presupuesto científico nacional, aunque se duplique, nuestra secretaria no genera gran impacto sobre la masa total de recursos científicos. Por otro lado, para medir la inversión total científica y tecnológica hay que ver la inversión del sector privado, dato que todavía no tenemos, y del sector universitario, que está invirtiendo fuertemente, aunque es difícil medirlo porque la parte destinada a ciencia y técnica está contenida contablemente en el rubro educación. De todas maneras, en una primera aproximación, podemos aventurar que hemos pasado de un 0,4 a un 0,5 del PBI. Es cierto que estamos muy lejos de los estándares internacionales: Brasil está en el 0,8 por ciento, EE.UU. y Japón en el tres por ciento. Y ojo, que para esto necesitamos también aumentar la inversión privada, que en la Argentina es muy baja, una de las más bajas del mundo entero.

**-¿Esto quiere decir que el uno por ciento está lejos?**

-Para nada, esperamos alcanzarlo para el 2005 o 2006, para el fin del mandato de este gobierno. ■



# ¿Es la educación una mercancía?

por Gregorio Klimovsky

*La Organización Mundial del Comercio tuvo su 5ta Conferencia Ministerial durante el mes de septiembre en la ciudad mexicana de Cancún. Frente al hermoso mar azteca, los representantes del comercio internacional discutieron, dentro de su variada agenda, temas tan sensibles como el de la educación. De las definiciones que circularon en la reunión, la que cataloga a la educación como una mercancía causó particular irritación en buena parte del planeta. En esta sección, el destacado epistemólogo Gregorio Klimovsky deja en claro su posición.*

En la cumbre de la Organización Mundial del Comercio realizada recientemente en Cancún circuló un proyecto redactado por las autoridades de ese encuentro en el que se exponía un plan mundial para demarcar las características sociopolíticas de la educación superior. Las ideas allí sustentadas provocaron inmediatamente una división entre los puntos de vista de ciertas naciones europeas y del hemisferio sur, frente a las presiones de países del Norte, en especial de los Estados Unidos. No sólo en Cancún se discutió esto, sino también en las sesiones del ALCA. La cuestión pasó un tanto inadvertida, pues quedó englobada en otra más general concerniente a la naturaleza de los “servicios”. Todavía no hay resolución alguna en este sentido, pero puede asegurarse sin la menor duda que estamos ante una amenaza de enorme dimensión.

El primer postulado de este plan enuncia que la educación en general, y muy especialmente la educación superior, es una mercancía que se vende y se compra como cualquier otro servicio en transacciones comerciales.

El segundo postulado establece que, como mercancía, no hay en la educación nada especial que la distinga del tratamiento de cualquier otra mercancía, y que en ese sentido le alcanzarían todas las dispo-

siciones que al respecto establece la Organización Mundial del Comercio.

“La educación no es una mercancía: es la garantía de identidad y progreso cultural. La educación, en manos de la Nación, es garantía también de pluralismo y de preocupación por el futuro”.

La justificación de tales postulados está –entre otras razones– en que los países permiten la existencia de universidades privadas (proveedores privados, según la jerga de esa organización), lo cual muestra que admiten el principio de que la educación es una mercancía.

De estos postulados se deducen teoremas. En primer lugar, el Estado no tiene que ser un vendedor o proveedor de la educación (ni de ninguna otra mercancía). Además, no tiene por qué regular, controlar y planear la educación, pues eso es obstaculizar la libertad de comercio. Deben permitirse las universidades extranjeras, y la creación de carreras o planes de estudio es de única competencia de las universidades (“empresas”) privadas.

La cuestión es que la educación es un bien: está explícitamente reconocida en

los documentos sobre derechos humanos, y es la que garantiza la idoneidad, la preocupación por los intereses nacionales, la formación ética y solidaria de los ciudadanos de un país democrático. La educación no es una mercancía: es la garantía de identidad y progreso cultural. La educación, en manos de la Nación, es garantía también de pluralismo y de preocupación por el futuro. Además, si la educación hay que pagarla, las personas pertenecientes a los estratos inferiores no podrían acceder a este “servicio”.

Por cierto, los planes discutidos en Cancún no alcanzaban solamente a la educación, sino a todos los servicios. Las consecuencias son parecidas. No tendría que haber hospitales públicos, ni planes nacionales de medicina preventiva, ni control de sanatorios o empresas de medicina privada, etc., etc.

Indudablemente, nosotros y nuestros países hermanos debemos movilizarnos enérgicamente en contra de estos desig-nios. En particular, la Argentina tiene desde la época de Sarmiento una tradición destacada en lo relativo a la calidad y carácter político progresista de la educación pública y gratuita. No dejemos que esto se pierda en manos de empresas multinacionales y de intereses mercantilistas y mezquinos. ■

SIDA

# Miserias y grandezas

por Cecilia Draghi  
cdraghi@bl.fcen.uba.ar

Fotos: Paula Bassi

*Cada 14 segundos el virus HIV infecta a un joven en el mundo. Si bien la ciencia logró que esta enfermedad dejara de ser mortal para ser crónica, hoy la mayor parte de la población no accede al tratamiento.*



Este cuadro de situación no era igual cuando se registraron los primeros casos, hace apenas veinte años. “En los inicios de la epidemia, el perfil de los afectados era: hombres que tienen sexo con hombres y usuarios de drogas intravenosas, pertenecientes a sectores de clase media”, relata. Luego ambas presencias fueron mermando paulatinamente en las estadísticas y comenzó a crecer la transmisión del virus vía sexual pero en población heterosexual. Esta fue la vía de infección para el 83 por ciento de las mujeres diagnosticadas de enero a agosto de este año.

Un dato que no pasa por alto el doctor Pedro Cahn, jefe de infectología del Hospital Fernández, es que “el siete por ciento del total de los casos de SIDA acumulados desde 1982 se debe al contagio perinatal”. Se trata de los bebés infectados porque sus madres no recibieron el tratamiento adecuado. “Esto es una enormidad y podría ser evitado. Si bien el Ministerio de Salud provee la medicación, falla el sistema de detección. En algunas zonas del Gran Buenos Aires, el 50 por ciento de las madres llegan al parto con control cero de embarazo o mal controladas. Ya no es un problema de HIV sino de sífilis, Chagas, hepatitis”, enumera dentro de una larga lista de dolencias.

Este tipo de transmisión denominada vertical es “uno de los grandes desafíos a erradicar, quizás el mayor que tenemos por delante”, señalan desde el Ministerio de Salud.

“El SIDA se ha transformado en una enfermedad de jóvenes, estimulada por la pobreza, la desigualdad de género y la grave carencia de información y de servicios. En la actualidad, la mitad de todos los nuevos casos de infección con el HIV corresponden a jóvenes de entre 15 y 24 años de edad. Según se estima, cada día se agregan a los infectados otros 6.000 jóvenes, a razón de uno cada 14 segundos”, señala Thoraya Ahmed Obaid, directora ejecutiva del Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA) al dar a conocer recientemente el informe 2003 y exhortar a una toma de conciencia mundial.

La Argentina no escapa a esta tendencia. El panorama nacional tiene un patrón

similar al del resto de los países. El perfil de la epidemia es cada vez más “joven, femenino y pobre”, describe la doctora Gabriela Hamilton, directora del Programa Nacional de Lucha contra los Retrovirus del Humano, SIDA y ETS del Ministerio de Salud de la Nación, a la vez que detalla razones que tiñen de estas características la realidad local. “La desigualdad de género se manifiesta específicamente en la dificultad que tienen las mujeres para negociar el uso del preservativo en las relaciones sexuales. La pobreza, que afecta a amplios sectores de la población, dificulta el acceso a la información y en algunos casos a los centros de salud y a un diagnóstico temprano”, agrega.

## El virus en la llaga

El virus de inmunodeficiencia humana (HIV), cuando se introduce en el cuerpo, ya sea por vía sexual, sanguínea o perinatal, no sólo reduce la capacidad de defensa del organismo. Es que el accionar de este agente causal del SIDA pone en evidencia flaquezas y grandezas de la humanidad. Y ya desde su aparición lo ha hecho notar. Si bien entre fines de los 70 y comienzos de los 80 los médicos en Los Angeles y Nueva York –en Estados Unidos– empezaron a diagnosticar tipos poco comunes de neumonía, cáncer y otras enfermedades entre algunos pacientes masculinos homosexuales, que inquietaron y llevaron en 1982 a denominarla como síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), el primer caso conocido de HIV fue hallado en una muestra de sangre recogida en 1959 de un hombre de la República Democrática del Congo.

“Es posible, rastreando datos de autopsias, determinar que el HIV ya haya aparecido antes de la Segunda Guerra Mundial. Probablemente –puntualiza Cahn– se daban casos en África, pero como allí la gente se moría joven de tuberculosis, paludismo o de viruela, a nadie le llamaba la atención. Recién empieza a tenerse en cuenta cuando afecta al hombre blanco de Occidente”.

Cuando esta enfermedad acaparó las miradas de los especialistas, los avances resultaron siderales y alcanzaron ribetes de epopeya. “No tiene antecedentes en la historia de la medicina un progreso tan rápido en el conocimiento de una enfermedad. Mientras que identificar el agente etiológico de la sífilis demandó 500 años, hacer lo mismo con el SIDA llevó sólo dos años”, compara Cahn.

Aislaron el virus en 1983, pero por ese entonces su nombre era sinónimo de muerte. Sin embargo, los científicos co-

menzaron a descubrir sus mecanismos y con buenas dosis de astucia fueron desarrollando estrategias para tenerlo a raya con un arsenal de medicamentos. “Lo que hasta 1996 era una enfermedad inevitablemente mortal, pasó a ser crónica y con ella es posible convivir”, destaca Cahn. Un paso que, como el que Neil Armstrong dio en la Luna, significó un gran salto para la humanidad.

***En el mundo cada día se agregan a los infectados otros 6.000 jóvenes, a razón de uno cada 14 segundos***

## Botiquín de última generación

Incapaz de reproducirse por sí mismo, los virus necesitan encontrar e infectar una célula que les sirva de huésped para dar rien-

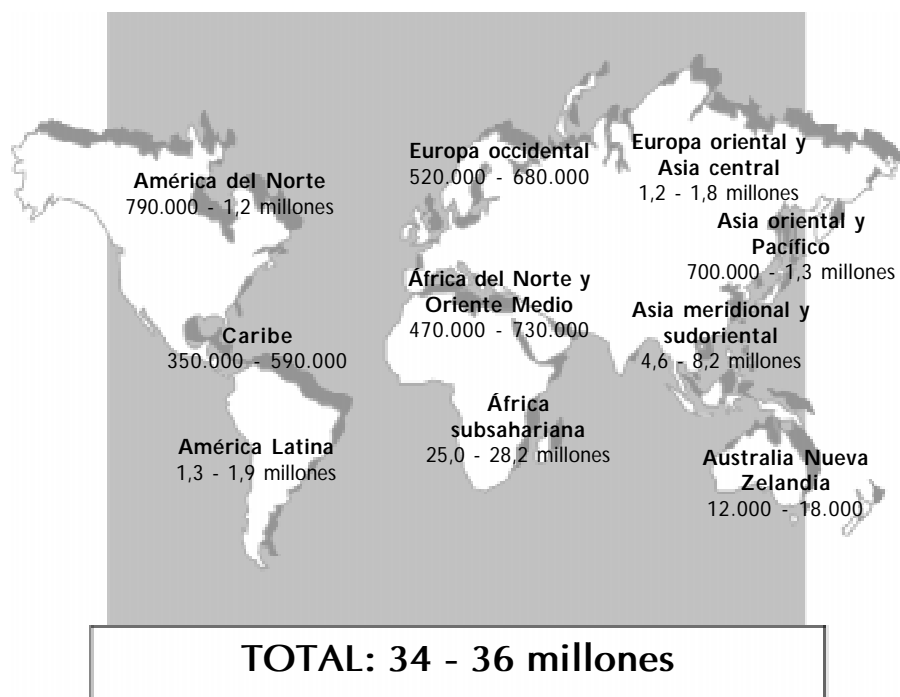
## PARA TENER EN CUENTA

No hay que temerle al SIDA, no correr riesgos es muy sencillo:

- Siempre sexo seguro, es decir relaciones sexuales con preservativo.
- Si se consumen drogas inyectables debe ser con material descartable y no compartido.

da suelta a su profusa descendencia, de varios miles de millones por día. El HIV prefiere particularmente aquellas que tienen en su superficie una molécula llamada CD4, que se halla en las células inmunitarias ya sean las T, que coordinan el sistema de defensa, o las macrófagos, que patrullan todo el cuerpo y a su paso se comen las bacterias y otros gérmenes extraños.

Miembro de la familia conocida como *Retroviridae* (retrovirus), el HIV almacena información genética en forma de ARN y no como ADN. Cuando el virus ingresa



**El sida en el mundo.** De 34 a 36 millones de personas es el número de adultos y niños que viven con HIV/SIDA a fines de 2003, según estimaciones de las Naciones Unidas. Fuente: ONUSIDA [www.unaids.org](http://www.unaids.org)

a la célula, libera su ARN que para reproducirse debe ser convertido en ADN. La enzima que realiza la conversión lleva el nombre de transcriptasa inversa. Luego el ADN vírico es incorporado al ADN de la célula huésped, y cada vez que ésta se divide también hace una copia del ADN vírico integrado junto con sus propios genes.

Minando las defensas del organismo, lo comienza a devastar. ¿Qué intentan las drogas que acuden en ayuda? Eliminar el HIV del organismo, por ahora no pueden, pero, como buenas aliadas, buscarán neutralizarlo y mantener la cantidad de virus lo más baja posible. ¿Cómo lo logran? Atacando zonas sensibles que intervienen en el proceso de multiplicación.

### ***El perfil de la epidemia en Argentina es cada vez más joven, femenino y pobre.***

“Actualmente disponemos de 19 drogas”, precisa Cahn. (ver recuadro “Último medicamento”). La AZT fue la primera en lanzarse al mundo en 1987, tres años después surge el ddI, al poco tiempo, el ddC. En 1993, el 3TC y d4T. “El gran corte de los tratamientos es en 1996 cuando aparece el concepto de la terapia antirretroviral de alta eficiencia, que es la sigla en inglés HAART, donde el uso combinado de tres drogas cambia la historia de la enfermedad: de mortal pasó a ser crónica”, enfatiza.

#### **ÚLTIMO MEDICAMENTO**

En el 2004 llegará al país un nuevo medicamento, el atazanavir, que permitirá simplificar el tratamiento, según anunciaron en el reciente VI Congreso Argentino de SIDA. Esta droga que se incorpora a los cócteles antirretrovirales permitiría reducir a cuatro las veinte tomas diarias actuales y, además, tendría menos efectos secundarios.



Nuevos medicamentos siguieron sumándose en el botiquín mundial. Uno de los últimos pertenece a la familia de los inhibidores de fusión que, tal como señala su nombre, inhibe la fusión entre la célula y el virus, el cual, al no poder unirse, no puede replicarse.

#### **Cuántos llegan, cuántos no**

Según números oficiales, el Programa Nacional tiene bajo cobertura de tratamiento directo a 17.912 personas. Otras 4.500 lo reciben por PAMI y Asistencia a Programas Especiales que dependen del Ministerio de Salud. Y si se incluyen los casos a cargo de Obras Sociales Provinciales y Prepagas, alrededor de 26.000 personas están haciendo el tratamiento en Argentina.

Ellos, si bien acceden a la larga lista de logros científicos, no escapan a la historia de contrastes que ofrece el SIDA, y deben sortear algunos obstáculos. Es que la toma correcta de la medicación, conocida como adherencia, no siempre resulta fácil dada la cantidad de píldoras a consumir – de 2 a 30 por día de lunes a lunes – y por los efectos adversos. “Náuseas, vómitos o diarrea, en algunos casos; en otros, fatiga de tratamiento, y tampoco faltan quienes no tienen conciencia de la importancia de la terapia. Lo concreto es que en los hiatos

#### **EN NÚMEROS**

Cada 14 segundos se infecta un joven de 15 a 24 años con HIV en el mundo.

Unas 130.000 a 150.000 personas, estimativamente, estarían viviendo con HIV en Argentina, y la mayoría desconoce su situación.

26.000 personas están en tratamiento médico en el país.

que produce esta situación aparece la resistencia cruzada para otras drogas y van limitando a lo largo del tiempo las opciones de la terapia antirretroviral”, enfatiza.

La insistencia en que los medicamentos deben ser tomados en el horario indicado y usando la dosis correcta busca mantener una producción mínima de HIV en el cuerpo, así como disminuir las posibilidades de mutación del virus de modo que las drogas sean efectivas por más tiempo. “La producción viral es de varios miles de millones por día y tiene una alta tasa de error. Esto genera desde mutaciones inocentes hasta otras que le permiten sobrevivir en presencia de drogas. Si el individuo está con un nivel insuficiente de drogas, aumenta la carga viral y las posibilidades de mutación”, indica.

***Mientras que identificar el agente etiológico de la sífilis demandó 500 años, hacer lo mismo con el del SIDA llevó sólo dos años.***

En ayuda a los pacientes con problemas de continuidad en el tratamiento, existen grupos interdisciplinarios con médicos, psicólogos, voluntarios, algunos de ellos con HIV, como el que funciona en el Hospital Fernández. “El paciente que abandona el tratamiento suele volver dos o tres años des-



## RADIOGRAFÍA NACIONAL

De enero a agosto de 2003, el 45 por ciento de los casos diagnosticados con HIV correspondieron a mujeres que se infectaron mayoritariamente por vía heterosexual. En cambio, sólo el 33 por ciento de los hombres lo adquirió por esta forma de transmisión, el 30 por ciento se debió a relaciones homosexuales, el 16 por ciento por ser usuario de drogas inyectables y el resto por otras causas.

En tanto, si de edad se trata, ambos sexos acaparan el mayor número de afectados entre los 25 y los 35 años.

## DE PORTADOR A ENFERMO

No todo portador está enfermo, pero ambos pueden contagiar. El portador posee el virus en su sangre, pero goza de buena salud y no presenta síntomas. "Tenemos pacientes que llevan 20 años de infectados y no se han enfermado. No son la mayoría", aclara el doctor Pedro Cahn.

Se pasa de portador a enfermo cuando aparecen enfermedades marcadoras, como infecciones oportunistas, un tumor que caracteriza a la inmunodeficiencia, deterioro neurológico severo, o lo que se llama síndrome constitucional, que es una pérdida del 20 por ciento del peso corporal.



pués gravemente enfermo", indica Cahn.

**—¿Cuáles serían las expectativas a largo plazo para el tratamiento del SIDA?**

—La vacuna sería lo ideal pero no es previsible en el corto plazo, aunque en ciencia los plazos a veces se aceleran de una manera inesperada. De todos modos, estamos a la expectativa de la aparición de drogas más simples de tomar con menos efectos tóxicos y que puedan estar al alcance de mayor número de personas.

**—¿Qué porcentaje de la población mundial tiene acceso a tratamientos?**

—Todos estos avances médicos que hemos mencionado son irrelevantes para el 90 por ciento de la población mundial

de afectados, que no tiene acceso a la terapia antirretroviral y diría que para una cantidad importante de afectados en Argentina. Si bien el Programa Nacional del SIDA del Ministerio de Salud de la Nación provee gratuitamente las drogas a todas aquellas personas que lo necesitan y no cuentan con otro tipo de cobertura, y lo mismo por ley deben hacerlo las obras sociales y las instituciones de medicina prepaga, una gran mayoría de los pacientes infectados en nuestro país desconocen su situación y por lo tanto, no está haciendo el tratamiento. La estimación es que hay entre 130.000 y 150.000 personas viviendo con el virus en la Argentina y el núme-

ro de personas en tratamiento ronda los 25.000. Supongamos que de estos 150 mil, un tercio no necesite tratamiento, igualmente hay cien mil personas que lo requieren. Y estamos tratando a la cuarta parte. No se trata de personas a las cuales el sistema les niegue la asistencia, sino de personas que ni siquiera saben que podrían requerirla. Por eso es imprescindible insistir en las campañas que promuevan el testeo, de manera tal que aquellas personas que vivan con el virus del HIV puedan consultar tempranamente al médico y, de ser necesario, accedan a la medicación.

**—¿Algo más se podría hacer para revertir esta cifra?**

—La principal cuestión es que tenemos una situación de exclusión social en un alto porcentaje de la población. Esto no sólo significa no tener un auto, casa, o no poder comer, sino dificultades en el acceso a la educación o a la salud. Esa gente llega al sistema tarde, cuando ya tiene enfermedades marcadoras. El tema es cómo combatir la exclusión y hacer más atención primaria, más detección, más prevención. ■

# Los premios 2003 *para la ciencia*

**Medicina:** *el estadounidense Paul C. Lauterbur y el británico Peter Mansfield, por haber sentado las bases para el desarrollo de la técnica de imágenes de resonancia magnética.*

**Química:** *los estadounidenses Peter Agre y Roderick MacKinnon por sus hallazgos sobre los canales que permiten el paso a la célula de sustancias imprescindibles para el organismo.*

**Física:** *el ruso-estadounidense Alexei A. Abrikosov y el ruso Vitaly L. Ginzburg, por sus contribuciones a la teoría de los superconductores, y el británico Anthony Leggett por su trabajo con superfluidos.*

El primero en ser anunciado fue el de Medicina y Fisiología, otorgado al estadounidense Paul Lauterbur y al británico Peter Mansfield “por sus fundamentales descubrimientos en la técnica de visualizar diferentes estructuras que dieron la base para el desarrollo de la resonancia magnética en un útil sistema de imágenes”, según destacó la Academia sueca.

Lauterbur (74), químico –hoy en la Universidad de Illinois, Estados Unidos–, mostró en 1973 cómo se pueden crear imágenes bidimensionales produciendo variaciones espaciales en un campo magnético. Por separado, el físico Mansfield (69) –actualmente en la Universidad de Nottingham, Gran Bretaña– demostró que las señales recogidas pueden analizarse matemáticamente y de allí ser convertidas en una imagen. Y aún más, que este proceso puede hacerse en forma rápida.

“El fenómeno de la resonancia magnética ya se conocía, pero estos dos científicos consiguieron trasladar a imágenes lo que estaba sucediendo, y revolucionaron la ra-



Peter Mansfield



Paul C. Lauterbur

diología. Con esta técnica el paciente no recibe radiación ionizante”, indica el doctor Oscar Zamboni, docente de la Facultad de Medicina de la UBA.

Este método totalmente inocuo captura imágenes del organismo sin invadirlo ni producir molestias, y con detalles de nitidez asombrosa. “Antes se empleaban técnicas cruentas y de capacidad diagnóstica muy precaria”, describe el médico Francisco Meli, jefe de Resonancia Magnética y Tomografía de FLENI. “Era como estar mirando con una lupa. Luego se

saltó al tomógrafo, que fue algo así como el microscopio óptico. Más tarde, se alcanzaron las imágenes de resonancia magnética que serían comparables por su precisión con lo que permite observar el microscopio electrónico”.

Cuando una persona es sometida a un estudio de resonancia magnética, en realidad ingresa a un campo magnético donde su cuerpo registra variaciones. En estas circunstancias, se emiten ondas de radiofrecuencia que son captadas por la bobina que rodea al paciente. Estas señales luego serán analizadas y traducidas en una imagen por computadora.

Este fenómeno es posible gracias al material del cual estamos hechos los seres humanos. Más del 60 por ciento del organismo está conformado por agua, cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno. Éste último precisamente es crucial en esta técnica. “El átomo de hidrógeno presenta la característica de contar con un núcleo que tiene un gran momento magnético, comparado con los de otros núcleos. Este es una especie de pequeño imán que puede considerarse como una sonda natural que nos permite ver cómo funcionan muchos procesos moleculares”, indica el doctor Rubén Contreras, profesor titular plenario de física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA e investigador superior del CONICET.

“Los imancitos que están dentro de los núcleos atómicos de la sustancia a analizar –continúa– tienden a orientarse cuando se los somete a un campo magnético estático”. Si en forma simultánea se aplica

a la muestra una radiación de frecuencia adecuada (en la zona de radiofrecuencias), los imancitos pueden absorber energía, cambiando su orientación. Esa absorción de energía puede detectarse electrónicamente obteniéndose el espectro de resonancia magnética nuclear de la sustancia. Si los imanes se dejan librados a sí mismos (apagando la radiación), tienden a tomar la orientación definida por el campo magnético estático. Así, emiten señales que pueden detectarse y que son típicas de lo que pasa alrededor de la molécula que contiene dicho átomo de hidrógeno. “Esas señales son diferentes para los diferentes tejidos y, adecuadamente procesadas, producen imágenes muy útiles en el diagnóstico médico», concluye Contreras.

### Química: las puertas de entrada a la célula

Al día siguiente del anuncio del premio de Medicina, se comunicó el de Química, otorgado a los estadounidenses Peter Agre y Roderick MacKinnon por sus hallazgos sobre los canales de la membrana celular a través de los cuales pasan el agua y las sales.

MacKinnon (47), profesor de neurobiología molecular y biofísica en la Universidad Rockefeller, de Nueva York, determinó, mediante cristalografía de rayos X, la estructura de la proteína que opera como canal de potasio. Por su parte, Peter Agre (54), profesor de química biológica en la Universidad John Hopkins, en Baltimore, describió la proteína que permite el acceso del agua al interior de la célula.

Ciertos iones –átomos con una carga eléctrica positiva o negativa– son capaces de desencadenar en las células cascadas de reacciones químicas que participan en funciones indispensables para la vida como la contracción de los músculos y el funcio-



Peter Agre



Roderick MacKinnon

namiento del sistema nervioso. Pero los iones no pueden entrar a la célula por cualquier lado, sino por lugares específicos donde una puerta (una proteína determinada) dará paso en forma exclusiva a un tipo de ión, de sodio o de potasio, o a una molécula de agua.

“Estos canales son proteínas que se encuentran en todas las células que posean membrana. No hay forma en que los iones atraviesen la membrana si no es a través de canales”, afirma el doctor Osvaldo Uchitel, profesor de la FCEyN e investigador del IFIBYNE-Conicet.

Estos canales se abren y cierran de acuerdo con la orden que reciban. MacKinnon estudió, en particular, el canal de potasio. “Se lo considera el canal madre porque, en la evolución, es el primero que aparece”, indica Uchitel, y agrega: “Conocer su estructura tiene proyección sobre los demás canales de las membranas biológicas, y ello abre la posibilidad de modularlos a voluntad mediante fármacos”.

Actualmente existen drogas que permiten cerrar los canales, pero muy pocas son capaces de abrirlos. Para Uchitel, “estos descubrimientos abren un campo importante en la farmacología”. Y echan luz sobre el estudio de las enfermedades denominadas “canalopatías”, causadas por defectos en la apertura o cierre de los canales.

### Los canales de agua

Por su parte, el doctor Mario Parisi, profesor titular de Fisiología en la Facultad de Medicina de la UBA, señala: “Cuan-

do se comenzaron a hallar los canales iónicos, se creyó que el agua no requería una vía específica y que podía pasar por difusión a través de la membrana”.

Pero el problema era la regulación. “Si no hay una estructura de proteína es muy difícil que se pueda regular la entrada y salida de las moléculas”, comenta Parisi, quien investiga desde hace más de cuarenta años la permeabilidad de la membrana celular.

En 1992 Peter Agre logró identificar esa proteína tan buscada, y la bautizó “acuaporina”. El investigador inyectó material genético de glóbulos rojos humanos en ovocitos de un anfibio (célula que normalmente no presenta canales). Cuando los ovocitos fueron colocados en una solución acuosa, los que tenían acuaporina absorbieron agua y se hincharon. Los que no poseían esa proteína se hincharon mucho menos y más lentamente.

Las acuaporinas constituyen una gran familia de proteínas y están presentes en casi todos los organismos vivos. En el ser humano, se hallan en el cristalino del ojo, en los glóbulos rojos, en los riñones, y en las glándulas salivales y lacrimales, entre otros tejidos. En los riñones desempeñan un rol relevante en el mecanismo de reabsorción de agua. Las personas con una deficiencia en la producción de acuaporinas o en la hormona antidiurética (que estimula el transporte de aquellas) padecen una enfermedad denominada diabetes insípida. Al no poder reabsorber los líquidos, estas personas producen de 10 a 15 litros de orina por día, cuando lo normal es entre uno y dos litros.

Los canales de la membrana celular son una condición indispensable para la vida. Por ello, la comprensión de su funcionamiento constituye una base para el conocimiento de muchas enfermedades, y se convertirán en un blanco obligado de la industria farmacéutica.

## Física: venciendo las resistencias

En cuanto al Nobel de Física, éste correspondió a tres científicos por sus aportes al estudio de la superconductividad y la superfluidez, dos extraños fenómenos que tienen lugar en lo más recóndito de la materia cuando ésta es sometida a muy bajas temperaturas. Los superconductores y los superfluidos tienen en común el hecho de no ofrecer resistencia: los primeros al paso de corriente eléctrica y los segundos al paso de partículas.

Los ganadores son el ruso devenido estadounidense Alexei A. Abrikosov (75), del Laboratorio Nacional de Argonne, en Illinois (EE.UU.) y su excompatriota Vitaly L. Ginzburg (87), del Instituto Físico P. M. Lebedev, de Moscú, por sus contribuciones a la teoría de los superconductores. El tercio restante del galardón le correspondió al británico Anthony Leggett (65), de la Universidad de Illinois, en Urbana-Champaign (EE.UU.), por su trabajo con superfluidos.

Los materiales que nos rodean están formados por átomos que integran una arquitectura peculiar hecha de ciertas simetrías (cúbicas, tetragonales, entre otras). Estos ínfimos "ladrillos atómicos" vibran alrededor de posiciones de equilibrio. Pero si la temperatura aumenta, el ritmo de vibraciones se acelera y, entonces, esta ciudadela que hay en el interior de cada cosa comienza a desmoronarse dando lugar a nuevas formas. Por ejemplo, en los materiales que son buenos conductores (de electricidad), como el cobre o el aluminio, los electrones ubicados en las últimas capas de la estructura se mueven libremente y de esta manera se transforman en eficaces bólidos para transportar la carga eléctrica. Pero estos electrones deben circular en un espacio lleno de materia, por eso chocan con los iones que oscilan y con los defectos estructurales que siempre existen (como vacancias e impurezas). El efec-



*Alexei A. Abrikosov*



*Anthony Leggett*



*Vitaly L. Ginzburg*

to de esos choques es la disipación de energía. Por eso, para que una lámpara o un televisor permanezcan encendidos, es necesario conectarlos a una fuente de alimentación que provea permanentemente la potencia que se consume por la resistencia.

Como los cables de materiales superconductores tienen resistencia cero, pueden transmitir enormes corrientes eléctricas sin pérdida de energía. "Las bobinas para generar campos magnéticos en los equipos de resonancia magnética nuclear están en modo persistente: les inyectan corriente, después sacan la fuente de alimentación y la corriente queda circulando —ejemplifica la doctora Victoria Bekeris, responsable del Laboratorio de Bajas Temperaturas de la FCEyN—. Con bobinas chicas que pueden transportar mucha corriente, se hacen imanes livianos que se usan en trenes de alta velocidad que levitan sobre los rieles gracias a campos magnéticos generados por las corrientes superconductoras".

Fue Abrikosov quien formuló una explicación para describir a los superconductores con propiedades magnéticas especiales, basándose en las investigaciones desarrolladas por Vitaly L. Ginzburg en la década del 50. A estos superconductores los llamó tipo-II, para diferenciarlos de los materiales investigados por los físicos John Bardeen, Leon Cooper y Robert Schrieffer (Nobel de Física, 1972).

Si en la actualidad los cables de alta tensión no emplean metales superconductores es porque cuesta más enfriar kilómetros de cable que asumir el costo de la

energía perdida en el trayecto. Por eso ahora la búsqueda se orienta a encontrar materiales que sean superconductores a temperaturas más altas.

## Como el universo mismo

La superfluidez se obtiene al eliminar la viscosidad de los fluidos (gases y líquidos), que es la resistencia que éstos ofrecen al paso de corrientes de partículas. Al igual que en la superconductividad, la superfluidez se logra con muy bajas temperaturas. Se ha demostrado que una de las variantes del helio, el helio 3 ( $^3\text{He}$ ), cuando es enfriada hasta alcanzar unas milésimas por arriba del cero absoluto ( $-273^\circ$ ) pierde su viscosidad y se vuelve superfluido: no opone resistencia al desplazamiento, lo cual le permite escapar de los contenedores, atravesando poros en los que cualquier otro líquido estaría frenado por la fricción.

Anthony Leggett es el autor de la teoría que permitió explicar cómo se comportan los átomos y la forma en que se ordenan en el estado superfluido del  $^3\text{He}$ . Esta teoría también ha probado ser útil en la física de partículas y la cosmología. El superfluido de  $^3\text{He}$  puede emplearse, por ejemplo, para estudiar fenómenos cosmológicos, pues permite emularlos a escala de laboratorio.

Aunque no hay nada cotidiano con una temperatura cercana a los 270 grados bajo cero, se piensa que el universo se está enfriando y que la superfluidez será un estado común de la materia en el futuro. ■

## El falso misterio del huevo y la gallina

por Fabio Cohene

Muchas veces habremos escuchado que alguien recurre a la pregunta “¿qué fue primero, el huevo o la gallina?” para referirse a una situación en la que, ante dos sucesos, no se puede dirimir cuál es la causa y cuál la consecuencia. Pues bien, después de leer estas líneas usted podrá lucirse dando una fundada y definitiva respuesta a ese falso dilema.

Como aquel prestidigitador que, seguro del éxito de su truco, distrae la atención del público con supuestos fracasos, al escuchar la remanida frase, diga: “Pues si uno debe guiarse por lo que nuestros ojos perciben, es obvio que toda gallina nace de un huevo”. Seguramente, con sonrisa socarrona le replicarán: “¿Sí, pero quién puso el huevo?”. Este es el instante en el que, con gesto humilde pero triunfante, se debe comenzar a delimitar el campo, indicando: “Ah, entonces lo que se quiere saber es qué fue primero, si el huevo o la gallina, yendo hacia atrás, de generación en generación. Si esa es la cuestión, para dar una respuesta contundente debemos saber quién puso el primer huevo de gallina tal cual la conocemos hoy en día”. Exultante por el triunfo intelectual que se avecina, dirijase a su auditorio de la siguiente manera, o bien adaptando la alocución a su propio estilo: “Todas las gallinas tal cual las conocemos hoy, sea en su variante desnuda y decapitada de los supermercados, apiñada en un criadero o cloqueante en una granja, pertenecen a la especie *Gallus gallus*. Dicha especie pertenece al género *Gallus* de la familia *Phasianidae* del orden *Galliformes*. No existen restos fósiles de nuestras gallinas ni de otra especie que pueda considerarse su antecesora (llamémosla arbitrariamente *PreGallus* o *PG*) aunque sí existen restos de *Phasianidae*, que datan del Eoceno inferior, hace alrededor de 50 millones de años. Es decir que, para aclarar la inquietud que nos ocupa, debemos remontarnos a aquella época”. Y continuamos: “Es en algún instante de esa era pretérita, cuando nació la primera gallina, nuestra ya familiar *Gallus gallus* y, a esta altura del conocimiento científico, sabemos que nació de un huevo puesto por un casal de aves de una especie muy similar pero diferente. Más exactamente, el cambio genético que origina el pasaje de una especie a otra, el llamado *evento de especiación*, se debió dar en los óvulos de la imaginaria especie anterior. Y podemos postular que esto es así porque, en las aves, son las hembras quienes portan el cromosoma sexual femenino, llamado *W* y el masculino, *Z*. Los machos llevan dos cromosomas *Z*: son *ZZ*. Lo contrario acontece en los humanos, y en todos los mamíferos, ya que son los machos quienes producen ambos cromosomas sexuales, el masculino *Y* y el femenino *X*, y las hembras son *XX*. Entonces, una gallina de nueva especie solo puede haber surgido

de un cambio genético en el cromosoma *W*. El evento de especiación debió ocurrir en el momento de la meiosis de la célula sexual de la hembra *PG* y debe haber consistido en un cambio genético, producto de un empalme o una traslocación”.

Para dar definitivo brillo a sus palabras, promulgue victorioso: “Ya lo dijo, hace cuatro siglos, Sir William Harvey, el descubridor de la circulación sanguínea (citar a alguien famoso, más aún si es un noble, siempre otorga un plus de ilustración al discurso): *Omne vivum ex ovo* (todo lo vivo proviene de un huevo)”, que aunque discutible en su concepto general viene de perillas en nuestro caso. Cerramos: “Sí, nuestra primera gallina *Gallus gallus* nació de un huevo *GG*, pero de padres que eran, ambos, *PG*”. Y así, luego de irradiar una mirada satisfecha a su alrededor, siga charlando con sus ocasionales interlocutores como si nada hubiera acontecido, con el placer del deber cumplido. Ya existe un equívoco menos en el mundo. O, por lo menos, entre aquellos que lo escucharon. ■

NOTA: El autor agradece al biólogo y novelista Fernando Vallejo, de cuyo libro *La tautología darwinista y otros ensayos de biología* (no editado en la Argentina), se extrajo el núcleo de la información utilizada.

## HUMOR

por Daniel Paz



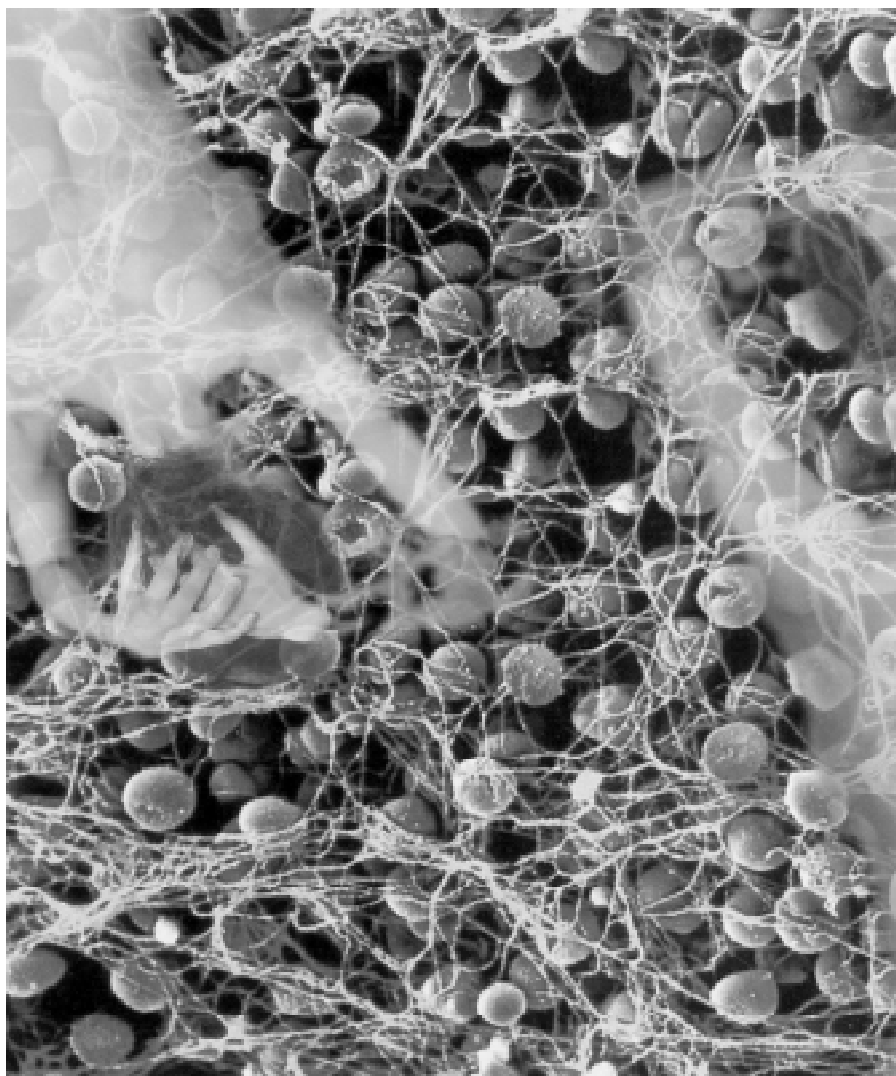
Un arma contra microorganismos

# Hay ozono en nuestras células

por Cristina Pérez\*  
cristinaperez2001ar@yahoo.com.ar

*Un equipo de investigadores estadounidenses descubrió que el ozono es producido por algunos glóbulos blancos humanos y tendría efectos bactericidas.*

*Los anticuerpos participan en funciones que eran insospechadas anteriormente y constituyen una piedra angular de la inmunología, según prestigiosos científicos argentinos y extranjeros.*



La palabra ozono evoca, muy probablemente, la capa atmosférica que protege a nuestro planeta al filtrar las radiaciones ultravioletas del Sol. Sin embargo, y asombrosamente, esta variante azulada del oxígeno puede ser producida por nuestro organismo, según un artículo publicado recientemente en *Science* por un equipo de investigadores de *The Scripps Research Institute*, de California, Estados Unidos, liderados por el doctor Paul Wentworth.

***Los anticuerpos reconocen los antígenos y producen una cascada de compuestos oxidantes que destruyen los blancos seleccionados.***

El asombro puede ser aún mayor si continuamos la lectura y nos enteramos de que este gas, que huele a tierra mojada, es capaz de matar bacterias al ser producido con la participación de los anticuerpos. Más aún, para producir el ozono, los anticuerpos se comportan de una manera totalmente insospechada: son capaces de actuar como enzimas. La catálisis enzimática, a grandes rasgos, es un mecanismo a través del cual las enzimas pueden facilitar una reacción química y, al final del proceso, recuperarse en el mismo estado en que se encontraban antes de iniciarlo.

En realidad, recientemente, Wentworth y sus colegas habían informado que los anticuerpos, al ser irradiados por luz visible, podían actuar como enzimas y, de



esta forma, convertirse en fábricas de “agua oxigenada”, como se conoce vulgarmente al peróxido de hidrógeno disuelto en agua. Ahora la novedad es el hallazgo del ozono y otros compuestos oxidantes como nuevos y más eficaces productos de la fábrica.

“El descubrimiento de la función enzimática de los anticuerpos constituye, a mi juicio, una piedra angular de la inmunología”, opina el doctor Edgardo Poskus, investigador principal del CONICET y profesor titular de inmunología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA.

“Hasta hace poco –continúa Poskus–, los anticuerpos eran conocidos por pegarse o unirse a los antígenos como forma de defensa del organismo. Pero ahora podemos imaginarlos como balas o sondas dirigidas que, por una parte, reconocen al antígeno y, por otra, producen una cascada de compuestos oxidantes que destruyen los blancos o dianas seleccionados.” Esta cascada requiere, como disparador o *cebador*, la formación de una sustancia muy reactiva denominada oxígeno singulete que impacta, como viento, sobre un sitio específico de los anticuerpos donde se realiza la catálisis.

### Bacterias, anticuerpos y oxidantes

En los experimentos realizados por Wentworth, todos los compuestos oxidantes originados por los anticuerpos irradiados *in vitro* resultaron eficaces para provocar la muerte de bacterias en cultivos de *Escherichia coli*. Esta especie, habitante normal de nuestro intestino, ha estado en boga recientemente en la Argentina por contaminar carne, en particular hamburguesas, y otros alimentos.

“La muerte de *E. coli* observada por los investigadores podría ser atribuida, en parte, al agua oxigenada. Sin embargo, la cantidad de producto generada por el sis-



tema de estudio era insuficiente para producir la muerte de un número tan elevado de bacterias. Habría sido necesaria, por tanto, la presencia de otro producto del oxígeno con mayor eficacia bactericida; y fue así como los autores identificaron al ozono como nuevo integrante de la familia”, analizan conjuntamente los doctores Juan José Poderoso y Jorge Peralta, director e investigador, respectivamente, del Laboratorio de Metabolismo del Oxígeno y profesores de Medicina Interna de la UBA.

***Utilizando técnicas químicas y físicas se pudo detectar la producción de un compuesto que tenía todas las señas particulares del ozono.***

“No estaban tan equivocados los médicos que enviaban a los enfermos de tuberculosis a curarse al valle de Punilla, en Córdoba, donde los niveles de ozono son elevados”, comenta Poderoso y prosigue: “Utilizando compuestos radioactivos y una combinación de técnicas químicas y físicas de gran sensibilidad, como la espectrometría de masas, los autores pudieron detectar la producción de un compuesto que tenía todas las señas particulares del ozono. Esto constituye un logro

valioso si se considera que en los sistemas de estudio la aparición del ozono es muy fugaz, ya que se forma y destruye a altísimas velocidades”.

A escala química industrial ya se conocían las propiedades bactericidas del ozono y de hecho se utiliza en combinación con el agua oxigenada para desinfectar tanques de agua, por ejemplo. El equipo de Wentworth muestra, curiosamente, que estos compuestos pueden producirse en estructuras derivadas de células y, por mecanismos absolutamente distintos, también pueden reaccionar entre sí formando otros metabolitos del oxígeno, con lo cual se enriquece y propaga el arsenal de compuestos tóxicos para bacterias y otros microorganismos.

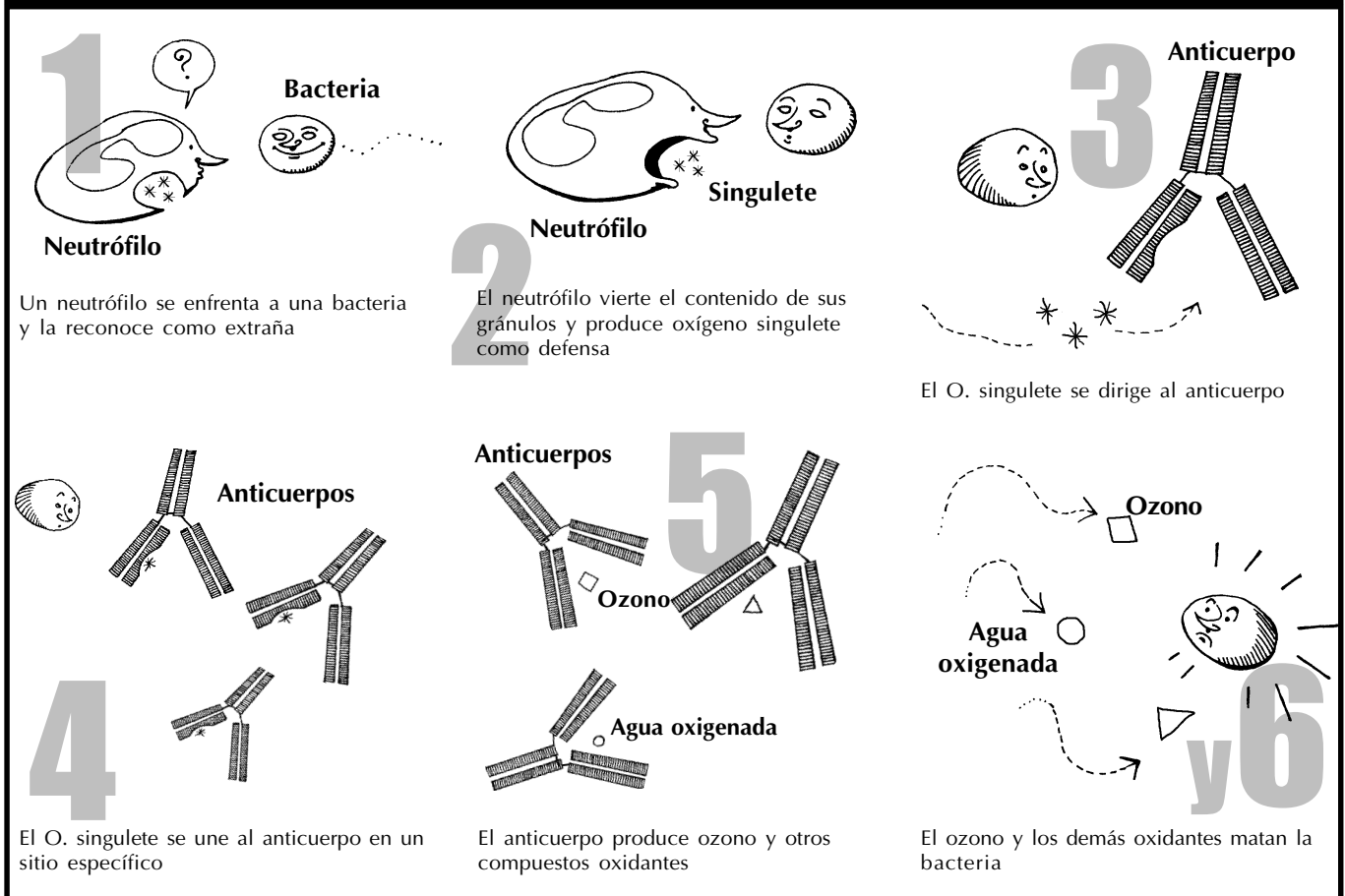
Poderoso recuerda que Bernard Babior, otro de los autores de estos artículos de *Science* y prestigioso investigador, estuvo en 1994 en su instituto asesorando en trabajos de investigación relacionados con este tema.

### Ozono, células y animales

Luego de los estudios *in vitro*, el paso siguiente de los autores fue dilucidar si el ozono era producido en células humanas. Para su regocijo, Wentworth y sus colegas detectaron que, efectivamente, ese gas era sintetizado por los neutrófilos. Estos microfagos o pequeños devoradores, que constituyen un tipo de glóbulos blancos, ofician de guardianes al detectar microorganismos o partículas extrañas y luego destruirlas. Al enfrentarse a una bacteria invasora, por ejemplo, vuelcan el contenido de sus gránulos al exterior celular y allí producen un cóctel muy concentrado de compuestos oxidantes que la destruyen.

“Estos datos son interesantes como reflejo de lo que ocurre normalmente en el organismo, ya que los glóbulos blancos absorben luz visible o *blanca*, de donde pro-

**El ozono y otros oxidantes arremeten contra la bacteria**



viene su nombre, con lo cual estarían en condiciones similares a las del experimento”, acota Poderoso. Sin embargo, es posible que los hechos observados se produzcan sin la participación de la luz, ya que los neutrófilos pueden producir compuestos capaces de intercalarse en la cascada de oxidantes y generar, por lo tanto, ozono.

**La detección de ozono en tejidos inflamados indicaría su participación en procesos inmunitarios.**

“Más aún –agrega Peralta–, la detección del ozono en un modelo experimental de inflamación en ratas indicaría su participación en procesos inmunitarios, ya que la inflamación es considerada como una forma de defensa del organismo. Este modelo involucra la participación, como desencadenantes, de los anticuerpos unidos a antígenos, que son capaces de aglutinar neutrófilos, entre otras acciones. Con

esto se demuestra la participación de los anticuerpos en procesos inmunitarios de animales vivos. Es probable, por lo tanto, que el ozono participe, al igual que en los neutrófilos, en otros tipos de células inflamatorias en seres humanos”.

**Congéneres del oxígeno en el organismo**

Antes del descubrimiento del ozono, se sabía que las células que intervienen en procesos de defensa producen distintos compuestos o metabolitos del oxígeno, como el agua oxigenada, con la participación de distintas proteínas enzimáticas, que suelen actuar en forma secuencial o concertada. Curiosamente, en este entorno celular existen otros sistemas enzimáticos que agregan compuestos oxidantes comunes en el hogar, tales como el hipoclorito o lavandina.

“Estos oxidantes sirven para defenderse de microorganismos invasores. Sin embargo, si su actividad se incrementa en for-

ma inadecuada, pueden lesionar a las células del propio huésped, conduciendo a su autodestrucción”, explica Peralta. Esta puede formar parte de procesos normales de envejecimiento o patológicos como la artritis reumatoidea. El desarrollo de medicamentos destinados a inhibir o retrasar estos fenómenos adquiere, por lo tanto, gran importancia terapéutica.

**El ozono se agregaría a la lista de gases mensajeros en biología, que ya integraban el óxido nítrico y el monóxido de carbono.**

“En otro tipo de células, como las del sistema nervioso, los compuestos del oxígeno modulan su desarrollo, maduración y plasticidad. Para esto, varían sus concentraciones desde etapas fetales hasta después del nacimiento”, señala Poderoso en referencia a trabajos realizados en su instituto. De forma similar, esa actividad

reguladora también es importante para el funcionamiento normal de órganos como el corazón y el hígado. Funcionarían, por lo tanto, como segundos mensajeros o señales para que las células cumplan determinadas funciones.

Es importante destacar que el ozono se agregaría a la lista de gases mensajeros en biología, que ya integraban el óxido nítrico y el monóxido de carbono. “Nuevamente, vemos que estos gases pueden estar dentro y fuera de nosotros; de hecho, el ozono y el óxido nítrico coexisten en el kilómetro 31 de la atmósfera”, agrega Peralta.

### Inmunidad innata y adquirida

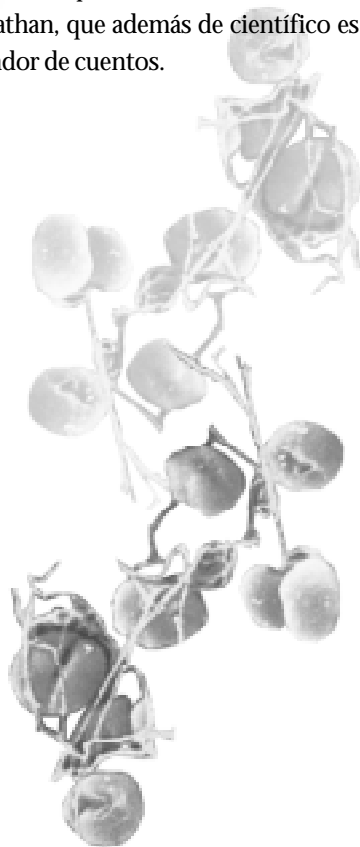
Según comenta Carl Nathan en un artículo publicado también en *Science*, los trabajos de Wentworth descubren un puente entre los neutrófilos y los anticuerpos, como representantes de la inmunidad innata y la adquirida, respectivamente.

En efecto, todos los organismos tienen mecanismos de reconocimiento de su propia naturaleza a través de los cuales son capaces de vigilar y de reaccionar contra cualquier elemento extraño. La inmunidad innata es uno de estos mecanismos e involucra la participación de células como los neutrófilos, que tienen la propiedad de generar compuestos oxidantes inespecíficos.

Después de millones de años de evolución, aparece la inmunidad adquirida, adaptativa o moderna, que es mediada por los anticuerpos. Estos utilizan en primera instancia mecanismos de reconocimiento específico de antígenos o sustancias extrañas al organismo, que se asemejan a la forma en que una cerradura encastra en su llave a través de distintos sitios específicos. Como consecuencia de esto, logran mayor eficiencia para desencadenar otros

mecanismos destructivos a través de la activación de células fagocíticas y sistemas proteicos como el del complemento.

“Lo impactante de los hallazgos de Wentworth es que, a la novedad de la especificidad, los anticuerpos le suman la conservación de las virtudes ancestrales de oxidación enzimática, con lo cual quedan convertidos en un reforzado puente entre los dos tipos de inmunidad”, concluye Nathan, que además de científico es narrador de cuentos.



### Anticuerpos: armas de doble filo

“El conocimiento de las funciones de los anticuerpos ha evolucionado considerablemente, sobre todo a partir de los 70”, comenta Poskus, que realizó estudios postdoctorales en esa época con César Milstein en el Instituto de Biología Molecular, en Cambridge, Inglaterra. “En ese momento, Milstein y su equipo estaban desarrollando la metodología de producción a voluntad de anticuerpos monoclonales, cuyo impacto científico excepcional lo condujo al Premio Nobel. Si Milstein leyera estos artículos de *Science*, seguramente exclamaría, en su castellano sajón: ‘¡very interesting!’, al ver que los anticuer-

pos, proteínas de sus amores, acreditan una propiedad absolutamente exótica, como esta de la catálisis enzimática. Esto significa que, en el fondo de su sitio de unión con el antígeno, tienen un poro productor de sustancias agresivas oxidantes”.

### Los hallazgos del equipo de Wentworth amplían el panorama inmunológico.

Los anticuerpos pueden resultar armas beneficiosas o adversas. Por ejemplo, durante el embarazo la placenta permite el paso de anticuerpos de la madre a su hijo en gestación. “Los anticuerpos sirven, en general, como protección durante los primeros meses de vida del niño. Sin embargo, si la mujer se está volviendo diabética mientras está embarazada, los anticuerpos que lesionan sus células pancreáticas pueden agredir también a las de su hijo”, concluye Poskus, que acredita varios premios, como el Houssay (CONICET), y cuya línea de investigación se focaliza actualmente en procesos autoinmunes vinculados a la diabetes.

Por otra parte, los anticuerpos pueden usarse como herramientas farmacológicas para tratar enfermedades autoinmunes, ya que pueden pegarse y actuar contra células perjudiciales para el organismo, como las que destruyen articulaciones en la artritis reumatoidea.

En cualquier caso, los hallazgos del equipo de Wentworth amplían el panorama inmunológico, de forma tal que en adelante será necesario tener en cuenta que los anticuerpos devenidos en enzimas agregan a sus funciones conocidas tradicionalmente la propiedad de generar ozono y otros compuestos oxidantes agresivos. ■

\* Doctora en Química y Profesora Adjunta en la Facultad de Odontología de la UBA. Realizó el curso de Introducción a la Divulgación Científica en la FCEyN, en 2003.

# Números *casuales*

por Verónica Engler  
vengler@bl.fcen.uba.ar

*El azar, ese fenómeno elusivo que caracteriza ciertos eventos –como por ejemplo nuestra propia existencia–, ha comenzado a ofrecer jugosos frutos para la teoría matemática y las ciencias de la computación. Aquí, una recorrida por el mundo de lo aleatorio.*

1	3	4	0	1	2	7	9	2	6	1	0	1	9	7	1	0	3	3	2	1	2	1	7	0	3	2	7	2	2	4	1	0
4	5	6	7	1	3	0	2	3	9	3	7	1	0	8	7	1	8	1	6	2	4	2	3	4	4	1	1	7	3	7	2	0
5	4	0	7	8	5	5	6	0	1	4	6	3	1	7	3	8	0	2	1	3	0	6	0	8	3	0	1	5	0	9	1	3



Para habitués de casinos y apostadores de toda laya, sería una bendición poder encontrar un método que permitiera configurar la martingala ganadora en cada ocasión. Pero ese procedimiento, lamentablemente, no existe.

En los juegos de azar, la experiencia y el tesón con que se observen las sucesivas secuencias de eventos no aportan ningún tipo de conocimiento útil para predecir desenlaces. No importa cuánto tiempo permanezca una persona observando girar la rueda de la ruleta y anotando afanosamente cada uno de los resultados. Aunque preste atención a todas las cifras aparecidas, el timbero empedernido no podrá hallar ningún patrón a partir del cual inferir en qué número caerá la bolilla cada vez.

El de la ruleta es uno de esos fenómenos que se pueden observar sin entender lo que pasa ni adivinar lo que sucederá. Justamente eso es lo que se denomina azar: aquello que no se puede predecir, que puede suceder o no.

Este fenómeno elusivo, que aparece como la antípoda de la certidumbre, en las últimas décadas ha comenzado a dar frutos jugosos para la teoría matemática y las ciencias de la computación.

“Recién en los años 60 se consiguió formalizar una definición matemática del azar, fue dada al mismo tiempo por dos

1	3	4	0	1	2	7	9	2	6	1	0	1	7	7	1	0	3	3	2	1	2	1	9	8	3	2	7	2	2	4	1	0	
4	5	6	7	1	3	0	2	3	9	3	7	1	0	8	7	1	8	4	6	2	4	2	5	4	4	1	1	9	3	7	2	0	
5	4	0	9	8	5	5	6	8	1	0	6	0	8	3	0	1	5	0	9	1	3	0	6	0	8	3	0	1	5	0	9	1	3
7	1	7	8	3	2	4	6	4	8	9	9	2	1	6	0	0	7	6	0	4	2	7	9	2	1	6	0	0	7	6	0	4	2
3	7	1	2	4	3	8	2	3	0	1	6	1	4	9	9	8	5	7	8	7	8	0	7	0	2	4	0	1	0	2	2	5	
9	6	4	0	2	5	7	6	9	5	8	0	7	0	2	4	0	1	0	2	2	5	8	0	7	0	2	4	0	1	0	2	2	5

El padre de Omega

Gregory Chaitin es un matemático bastante particular: se formó de manera autodidacta. No realizó ninguna carrera universitaria, pero tomó algunos cursos

investigadores: uno fue Per Martin Löf, un discípulo de Andrei Kolmogorov (uno de los teóricos más importantes de la Teoría de las Probabilidades), y el otro fue un investigador que se llama Gregory Chaitin”, relata Verónica Becher, doctora en Ciencias de la Computación y profesora de la materia Información y Azar en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA.

**Una secuencia es aleatoria si, fraccionándola arbitrariamente en segmentos, no se puede hallar en ninguno de ellos un patrón que la regule.**

Aunque Martin Löf y Chaitin llegaron al resultado por caminos diferentes, se demostró que las definiciones de ambos son equivalentes. La propuesta por Chaitin dice que una secuencia de dígitos es aleatoria cuando ninguno de los segmentos que uno elija como inicial se puede resumir mediante una descripción matemática. “Es decir, cuando cada uno de estos segmentos requiera un programa de computadora que los genere, cuya longitud será, al menos, tan larga como el segmento mismo, porque cada una de estas secuencias de símbolos iniciales no responde a una ley general”, explica Becher, que trabaja junto a Chaitin (ver “El padre de Omega”) desde hace varios años.

Según esta definición, es factible comprobar la aleatoriedad de una secuencia de elementos si, fraccionándola arbitrariamente en segmentos, no se puede hallar en ninguna de estas porciones un patrón que regule la aparición de cada uno

### El padre de Omega

Gregory Chaitin es un matemático bastante particular: se formó de manera autodidacta. No realizó ninguna carrera universitaria, aunque tomó algunos cursos en diversas universidades de Estados Unidos.

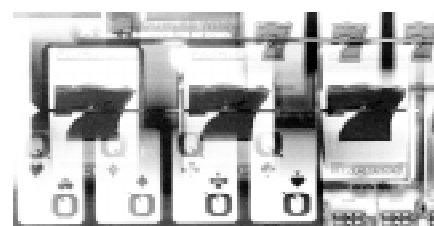
Si bien nació en EE.UU., debido a que sus padres son porteños, pasó buena parte de su juventud en el barrio de Villa Crespo, donde vivió entre los 18 – edad en que publicó su primer *paper* científico en la revista de la *Association for Computing Machinery*– y los 28 años, época durante la cual siguió algunos cursos y enseñó en la FCEyN, donde todavía sigue dando clases periódicamente.

Las investigaciones de Chaitin significaron importantes aportes en una zona donde se cruzan la matemática, la lógica y la teoría de la computación. Todo comenzó cuando en el año 1957 el joven Chaitin tomó unas clases de física en la Universidad de Columbia. En aquel momento, fascinado con la física cuántica y la teoría de la relatividad, descubrió que para entender esas cuestiones tenía que estudiar matemática. A eso se dedicó y, al poco tiempo, el inquieto adolescente se encontró con el teorema de la incompletitud de Gödel. Según Chaitin, esta proposición relativizaba muchas de las certezas matemáticas que se tenían hasta el momento.

A partir de sus investigaciones pudo formular la Teoría Algorítmica de la Información, con la que propone medir la complejidad descriptiva de la información y establecer la cantidad mínima de palabras que se necesitan para expresar una definición.

En la actualidad, este singular investigador trabaja en el IBM Watson Research Center en el estado de Nueva York.

de los elementos. No importa en qué lugar de la secuencia se decida comenzar el escrutinio, cualquiera puede ser el segmento inicial. Examinar la secuencia a partir de las partes que la componen permite verificar la inexistencia de regularidades. Por ejemplo, si observáramos la lista de números que nuestro empedrado timbero



registró durante un año, podríamos tomar segmentos de 5, 34, o 259 cifras a partir del primer día, del segundo mes, o del último bimestre del año en cuestión. No habrá, en ninguno de estos segmentos, un orden que contenga algún tipo de regularidad.

Por eso mismo, las computadoras, tal como las conocemos, son incapaces de generar números verdaderamente aleatorios (del mismo tipo que los obtenidos con la ruleta). Como las acciones que pueden llevar a cabo ya están inscriptas en algún programa, las serviles máquinas sólo se encargan de cumplir órdenes: pura obediencia debida.

De esta manera, si se quisieran guardar en una computadora diez millones de cifras que no siguen ningún patrón, solamente se podrá hacerlo ingresando trabajosamente cada uno de los elementos de esta secuencia: no existe ningún programa que permita economizar tiempo o espacio. Es decir, no hay una descripción matemática –algoritmo– de esa acción que



pueda ser más breve que la producción de cada uno de los símbolos individualmente.

En cambio, si cada uno de los diez millones de elementos fuera, por ejemplo, el número tres, sí se podría resumir muy fácilmente esa secuencia dando la instrucción de «imprimir diez millones de veces el número tres». La complejidad de la información de ambas secuencias es muy distinta. Justamente, la teoría de Chaitin se ocupa de esas diferencias. Desde esta perspectiva, la complejidad de la información es la longitud de la descripción más corta de una cadena de datos. Siguiendo esta definición, la secuencia de diez millones de cifras aleatorias es muy compleja, dado que requiere, por lo menos, diez millones de elementos para ser descripta. Diferente es el caso de los diez millones de 3: con sólo 39 elementos (letras) se podría compendiar esa serie numérica.

#### Esos raros números

Para la mayoría de los mortales, los números no son más que unos grafismos útiles para contar los haberes y las deudas, o para cifrar el tiempo. Los usamos para sumar las adquisiciones y restar los gastos, para contabilizar los días y las ovejas que se suceden en nuestra imaginación mientras intentamos dormir. Pero ese conjunto de símbolos al que usualmente atribuimos algunas certezas no es más que una ínfima parte del universo numérico, quizás la menos interesante desde el punto de vista matemático.

Los números irracionales (como la raíz cuadrada de dos), por ejemplo, conforman una clase de elementos bastante habitual en el infinito océano de los guarismos posibles, aunque estén prácticamente ausentes en las cuentas del día a día – para las que nos conformamos con los más predecibles números naturales–.



Pensando en la rica variedad de fenómenos que escenifican los números, hace poco más de un siglo el matemático George Cantor sorprendió a colegas y pensadores de disímiles áreas del conocimiento con su Aleph, ese número que hacía añicos la concepción que hasta ese momento se tenía del infinito –entendido como la sucesión sin fin de los puntos de una recta correspondientes a valores enteros y racionales– y que afirmaba la existencia de múltiples dimensiones numéricas sin fin.

***Omega no puede ser exhibido: nunca se dejará como un resultado sino como una serie de ecuaciones y demostraciones.***

Por lo visto, hay cifras que tienen la apariencia de lo imposible, y que vienen a postular mundos extrañamente inasibles. Un ejemplo de este tipo es Omega ( $\omega$ ), un número aleatorio que halló Chaitin para definir la probabilidad de que una computadora, al correr un programa cualquiera, se detenga, es decir, complete totalmente la tarea que estaba realizando. “Para cada programa hay dos posibilidades cuando se ejecuta en la computadora: o bien realiza las acciones necesarias para finalizar la tarea programada y termina, o bien entra en un ciclo infinito, y por lo

tanto no termina. No es predecible cuál de estas dos posibilidades ocurrirá”. Estas dos opciones que destaca Becher definen un tópico altamente estudiado en las ciencias de la computación, es el problema de la detención: una incertidumbre a la que nos enfrentamos, sin saberlo, cada vez que ponemos a funcionar una computadora.

Omega puede ser definido pero no exhibido, nunca se dejará ver como un resultado cuantificable, sino como una serie de ecuaciones y demostraciones matemáticas que dan cuenta de su ausencia. Esta entelequia numérica puede ser una atractiva puerta de entrada para investigar fenómenos que no se ciñen a la medida de la certeza.

Este número aleatorio no es calculable, porque no puede ser predecible ni resumible (no se puede acotar en una secuencia más corta que el número mismo). Por contraste, podría pensarse en Pi ( $\pi$ ), un extraño número que representa la relación entre la longitud de la circunferencia de un círculo y su diámetro. Generalmente representamos a Pi con el valor 3,14, aunque tiene muchas, muchísimas cifras decimales que pueden ser exhibidas: prueba de ello son los cálculos realizados con supercomputadoras que, a la fecha, han sacado a la luz más de 51 mil millones de decimales (!). Pero este no es el caso de Omega, “aunque no es calculable, se pueden realizar aproximaciones. Entonces se puede saber: ‘Omega es más grande que esto’, ‘es más grande que esto otro’ – describe Becher–. En sucesivos pasos algorítmicos, se va consiguiendo dar cotas para Omega, pero nunca se sabe cuán cerca se está de haber conseguido los dígitos más significativos”.

Siguiendo la ruta del azar, Becher continuó con los esfuerzos de Chaitin y demostró que no sólo existe el Omega normal, sino que hay Hiperomegas que también tienen su equivalente en el mundo real: pueden representarse, por ejemplo,



por la probabilidad de que una computadora realice una tarea específica.

Los diferentes tipos de Omega que representan la aleatoriedad de ciertos fenómenos computacionales parecen ser sólo los primeros derroteros en el gran mapa del azar que se ha comenzado a desplegar en las matemáticas. Becher ahora se aventura en un nuevo periplo, la conjetura de Grigorieff, que se refiere a la probabilidad de que un programa posea una propiedad que permita obtener un determinado resultado.

Esta conjetura podría plantearse de la siguiente manera: si hubiera una inmensa bolsa que contenga todos los programas de computación posibles, la probabilidad de que uno de esos programas realice una acción tan específica como, por ejemplo, mostrar en el monitor de la computadora la consigna "luche y vuelve" es aleatoria: puede suceder o no.

Omega es tan sólo un caso particular de un número aleatorio que responde a la conjetura, que aún no ha sido publicada, de Serge Grigorieff –profesor del *Laboratoire d'Informatique Algorithmique*, de la Universidad de París VII, Francia–, con quien investiga actualmente Becher.

### La clasificación mágica

Hasta hace muy poco tiempo, las elucubraciones matemáticas en torno al azar se mantuvieron en el terreno de la teoría pura. Pero, en la actualidad, están comenzando a vislumbrarse aplicaciones computacionales para estos trabajos teóricos.

En este momento, Becher trabaja, junto con Santiago Figueira y los tesisistas Martín Urtasun y Alejo Capparelli, sobre un algoritmo que inventó Paul Vitanyi, del Instituto Nacional de Investigaciones de Holanda (en la ciudad de Amsterdam), que sirve para clasificar archivos de una manera muy particular.

"La idea de este algoritmo tiene que



ver con una aproximación a la noción de complejidad descriptiva, es un algoritmo mágico –sorprende la investigadora–. Se ingresa un conjunto de archivos y el algoritmo los clasifica en *clusters* (grupos), sin un criterio especificado". Una de las pruebas realizadas con este algoritmo fue copiar todos los archivos de la computadora de Becher sin respetar los directorios en los que estaban ordenados, para que el algoritmo los reagrupara. El experimento dio como resultado un orden similar al original. "Yo tenía una estructura de directorios temática y ocurrió que el algoritmo consiguió reconstruir esa estructura. Los resultados experimentales que hay sobre archivos de texto son increíbles –se entusiasma–. Mejoramos el algoritmo de *clusterización* y analizamos qué cosas de la teoría de la complejidad algorítmica de Chaitin está usando".

La clasificación que realiza este algoritmo no se basa en un discernimiento temático o semántico: no analiza contenido ni descripciones de los archivos (como los nombres o la extensión). El algoritmo permite realizar una clasificación de informa-

ción con un criterio no especificado. La idea con la que trabaja es la siguiente: toma dos archivos (A y B), los junta y los compacta con algún programa (tipo Gzip o PkZip). Entonces, cuando se compara la longitud del archivo A compactado con la longitud de A-B compactado, si ambas longitudes son muy parecidas (si A-B no difiere de A), esto quiere decir que la información que contiene B ya está contemplada en A. Por lo tanto, A y B estarán en el mismo *cluster*.

***Para Chaitin, la longitud de un archivo compactado es una aproximación a su complejidad.***

Como los algoritmos de compactación funcionan detectando patrones repetidos, desde la perspectiva de Chaitin, la longitud de un archivo compactado es una aproximación burda a la complejidad del mismo. "Si se utiliza Gzip, por ejemplo, nada garantiza que el resultado sea la descripción más corta del archivo –destaca la investigadora–. Otro programa de compactación podría haber hecho un mejor trabajo, por eso es una aproximación a la noción teórica de complejidad de largo de programa o complejidad descriptiva".

Por el momento, ni Becher ni Chaitin tienen idea de para qué pueden servir concretamente los Omega e Hiperomega. Pero es de suponer que esas cifras elusivas puedan tener muchas aplicaciones. Sobre todo si se tiene en cuenta que hace millones de años un inmenso caldo de bacterias comenzaba a cocinarse al calor del sol, y que gracias a un condimento peculiar esa sopa transformó a la Tierra en este planeta pletórico de vida. Sí, casualmente, todo lo que existe es producto del azar. ■

## Borges y la matemática

Guillermo Martínez  
Buenos Aires, 2003  
EUDEBA, 160 páginas.



Guillermo Martínez, doctor en matemática y flamante premio Planeta por su novela *Crímenes imperceptibles*, reúne en este volumen todos sus ensayos, artículos y conferencias sobre un tema que se encuentra en la intersección de sus más grandes pasiones, la literatura y la matemática.

No cabe duda de que la obra borgiana es multifacética y que Martínez explora una sola de las facetas, pero el resultado es sorprendente. Como pasa en un brillante, que iluminar una sola faceta hace irradiar al resto de las caras, el texto va descubriendo paso a paso, cita a cita, el sutil y a la vez profundo anclaje entre la obra de Borges y la matemática, dotando al lector de un nuevo cristal con el cual redescubrir la obra del gran cuentista argentino.

Si de menciones a tópicos matemáticos se tratase, la propuesta de Martínez podría haber sido una enumeración, tal vez entretenida, pero trivial. Por el contrario, el texto propone bucear en el estilo, la lógica, la estructura, la trama, los personajes, y el lenguaje de Borges, e iluminar ahí, a esas profundidades, con la linterna matemática. El colorido es asombroso.

Para disfrutar del libro no hay que ser matemático, alcanza con saber contar hasta 10 y –se lo advertimos– estar dispuesto a salir corriendo en busca de los textos de Jorge Luis Borges.

## ¡Buen provecho! El lado indigesto de la alimentación sana

Udo Pollmer, Andrea Fock, Ulrike Gonder, Karin Haug  
Buenos Aires, 2002  
Digi Ediciones, 382 páginas.



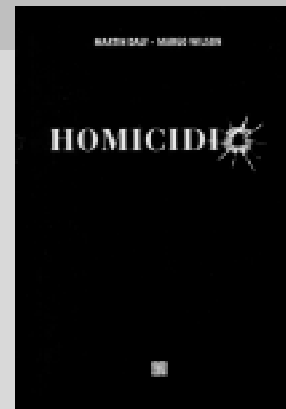
¿Usted creía que las papas y las pastas engordan? Falso. ¿Suponía que contando calorías y comiendo productos *light* podría adelgazar? No funciona. ¿Pensaba que se tendría que alimentar más conscientemente para mantenerse sano? Olvídense rápido de ello. ¿Considera que las vitaminas son especialmente importantes? En los alimentos hay sustancias que son más importantes. ¿No tendría que tomar mucho más calcio? Mientras más tome más elimina su cuerpo. ¿Ahorra sal en la sopa porque si no podría tener alta presión arterial? Mejor ponga fin a los tiempos desabridos. ¿Tiene miedo de consumir mucho colesterol? Hágalo tranquilo, que no importa.

¡Gulp! *Buen provecho* plantea todos estos bocados y muchos otros. Con una claridad y una rigurosidad exquisitas, los autores –alemanes todos– van demoliendo una tras otra las creencias alimenticias en boga dejando a los lectores con la boca abierta. El texto coloca el asunto de la alimentación en el marco biológico evolutivo echando luz sobre un enredo en el que hasta ahora se disputaban médicos, nutricionistas y diversos movimientos naturistas y vegetarianos. Tarjeta roja para todos.

Mención especial para Diana Giuliani por sus artes en la traducción y seguramente, también, culinarias. En suma, un libro para saborear y regocijarse.

## Homicidio

Martin Daly y Margo Wilson  
Buenos Aires, 2003  
Fondo de Cultura Económica,  
345 páginas.



*Homicidio* es una lección de sociobiología, la ciencia que argumenta que muchas conductas sociales, primarias y profundas, están determinadas por una historia biológica evolutiva y seleccionadas en forma natural, no cultural.

En esta edición –primera en castellano– el lector encontrará un estudio pormenorizado sobre por qué los humanos se matan entre sí. El tema elegido, argumento estrella de la novelística universal de todos los tiempos, es sin duda capaz de atrapar al lector más desprevenido. Pero para Daly y Wilson fue simplemente una excusa. Eligieron el homicidio porque se trata, tal vez, del episodio trágico social mejor documentado en la historia de la humanidad, y por tanto el más indicado para aplicar los criterios sociobiológicos, estadísticos, objetivos, descarnados y sorprendentes de la psicología evolutiva.

Matar parientes, infanticidio, parricidio, matar cónyuges, venganza, negocios, poder, son algunas de las aristas por las que los autores nos conducen mostrándonos que todas las conductas humanas, el homicidio incluido, pueden estudiarse desde la perspectiva evolucionista darwiniana. A lo largo del texto se confronta prolijamente el modo de la argumentación científica con los abordajes provenientes de disciplinas sociológicas tradicionales que relativizan sus conclusiones a la pertenencia cultural.

## Esa no es mi cola

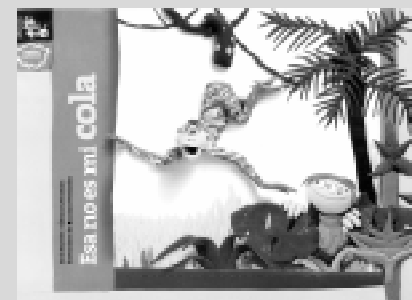
Colección: Sueños curiosos

Carla Baredes e Ileana Lotersztain

Ilustraciones de Luciana Fernández

Barcelona, 2003

Ediciones Iamiqué, 24 páginas.



Joaquín duerme y sueña que está en un bosque y se pone a charlar con un pájaro carpintero en plena tarea de agujerear un árbol. Su cola, como si fuera una pata más, lo sostiene fuertemente del árbol. De este modo, Joaquín descubre que una cola puede servir de pata. Como pasa siempre en los sueños, nuestro protagonista cambia rápidamente de escenario y se encuentra con un pavo real. Al dialogar con éste descubre qué otro uso puede tener la cola.

Sucesivamente, Joaquín se encuentra con una serpiente, un lagarto, un tiburón, una raya, un castor y un mono. En cada caso, el niño inicia el diálogo a partir de lo último que aprendió, para terminar conociendo, siempre, un nuevo uso de la cola. Hasta que despierta. Así, Joaquín descubre que los animales tienen colas muy diferentes y que cada una de ellas le ofrece una determinada utilidad a su dueño.

*Sueños curiosos* es la nueva colección que presentan Carla Baredes e Ileana Lotersztain, que ya editaron tres tomos de *Preguntas que ponen los pelos de punta y de ¡Qué bestias!*.

Esta nueva colección, que también incluye *Esas no son mis patas*, fue ideada para que “los más pequeños den sus primeros pasos en la ciencia”, según sus autoras, que recomiendan el libro para curiosos de cuatro años en adelante, y para padres y maestros en aprietos.

## Colección Sin Careta

# Ciencias para los que se sienten jóvenes



Uno de los intereses fundamentales de la editorial Colihue es la educación de los argentinos, y queda claro tanto por sus numerosos textos escolares como por su vasto catálogo de literatura y ensayo. En esta oportunidad, nos ocupamos de una colección de divulgación científica dirigida especialmente a jóvenes de todas las edades.

La colección *Sin Careta* ya lleva 9 títulos publicados desde 1994. Los temas son particulares y variados. *Los cazadores de la unificación perdida*, de Ranea Sandoval, que aborda las cuatro fuerzas fundamentales del universo; *La vida y el Universo*, de David Aljanati, donde aparece una especialidad muy particular, la exobiología; *Así funcionaba el Sol*, de Horacio Tignanelli; *Láser*, de Gabriel Bilmes; *Dinosaurios de aquí, de allá, de verdad y de mentira*, de Guillermo López y Claudia Tambussi; *Cerebro: últimas noticias* de Diego Golombek; *Elefantes de todos los tiempos*, de Guillermo López; *Una visita al Universo conocido*, de Alejandro Feinstein y Horacio Tignanelli, haciendo turismo por el cosmos; *El dónde, cuándo y cómo del origen del hombre*, de Fernando Ramírez Rozzi; y *Camellos sin joroba*, de Bibiana Vilá, sobre los camélidos de América del Sur.

Pese a la variedad de temas, la colección es muy homogénea. Cada librito,

de unas 130 páginas y formato bolsillo, goza de una prosa clara y sin ambigüedades, con buen humor y mucha originalidad. Trae simpáticas ilustraciones y respeta una estructura sencilla –cada capítulo responde una pregunta formulada al inicio y resulta imposible perderse—. También presenta varios apéndices de interés, como Galería de personajes (pequeñas biografías de los más importantes protagonistas de la historia que se relata). A modo de cronología (una apretada síntesis cronológica de hitos), Para saber más (una guía para profundizar), Qué se hace en la Argentina, y Noticias del autor (que es, invariablemente, un científico argentino experto en la materia de la que trata el libro).

Uno de los aspectos más interesantes de la colección es que al autor se incorpora a sí mismo en el relato y se muestra con sus ilusiones, sus temores y su historia de vida tan llena de fragilidades como cualquier otra. De esa manera, sin careta de sabiondo, ni de científico, ni de experto, ni de nada, nos cuenta cada uno lo que sabe, cómo lo sabe y por qué lo sabe, lo que no es poco.

Dirigida por el físico Gabriel Bilmes y el astrónomo Horacio Tignanelli, la colección *Sin Careta* promete continuar con nuevos títulos, una excelente noticia.

## Konex: los ganadores son...



El auditorio de la Academia Nacional de Medicina fue el lugar elegido para una ceremonia esperada: la entrega de los 20 premios Konex de Platino y dos de Brillante a personalidades sobresalientes de la ciencia, la medicina y la tecnología argentinas. Ellos fueron seleccionados entre cien especialistas.

“Estos investigadores generan conocimientos de significativa utilidad social y humanitaria. Forman nuevos profesionales. Son seres que salen de su trabajo y siguen pensando en su labor. Aún más, pueden estar descubriendo o desarrollando técnicas que representen grandes ingresos para el país”, destacó el doctor Luis Ovsejevich, presidente de la fundación, durante la ceremonia.

Reconocidos internacionalmente, pero que realizaron en su mayoría la carrera en el país, los galardonados fueron distinguidos tras el arduo trabajo de un jurado integrado por 20 miembros. Dos figuras de los Konex de Platino fueron escogidas para otorgarle además el Konex de Brillante: la doctora Mirta Roses, directora de la Organización Panamericana de la Salud, y el doctor Luis Caffarelli, matemático argentino que integra la Academia Pontificia.

Los ganadores de los Konex de Platino son: Luis Caffarelli (matemática), Carlos Guido Bollini (física), Virpi Niemela (astronomía), Roberto Carlos Salvarezza (físicoquímica, química inorgánica y analítica), Roberto A. Rossi (química orgánica), Pedro N. Stipanich (ciencias de la Tierra), Osvaldo E. Sala (biología vegetal), José L. La Torre (biología animal), Alberto R. Kornblihtt (citología y biología molecular), Eduardo E. Castilla (genética y citogenética), Armando J. Parodi (bioquímica y microbiología), Alejandro F. De Nicola (ciencias biomédicas básicas), Julio César Sánchez Avalos (medicina interna), Vicente Gutiérrez (cirugía), Mirta Roses (salud pública), Marcelo Eduardo Criscuolo (biotecnología), Juan José Gil Gerbino (desarrollo tecnológico), José R. Galvele (ingeniería civil, mecánica y de materiales), Héctor José Fasoli (ingeniería industrial, química y ambiental) y Hugo D. Scolnik (ingeniería electrónica, comunicación e informática).

Hubo además Konex de Honor para Hilario Fernández Long, Osvaldo Fustinoni y Luis Santaló. Y menciones especiales a Mario J. Albornoz, Marcelo Argüelles, Guillermo Jaim Etcheverry, Horacio Rodríguez Castells (post-mortem), Emma Pérez Ferreira y Eugenia Sacerdote de Lustig.

## Patente estadounidense para un logro argentino



Un equipo de investigadores de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) acaba de obtener una patente internacional, en los Estados Unidos, por el desarrollo de una proteína que podría reducir el riesgo de metástasis en casos de cirugía de cáncer de mama.

En estudios *in vitro* y en animales, los investigadores determinaron que una proteína sintética, la desmopresina, disminuye la diseminación de los tumores malignos de mama. “Impide que el tumor primario migre a órganos distantes”, explica el doctor Daniel Alonso, investigador del Conicet y la UNQ. “Nosotros descubrimos que, utilizada antes y después de la cirugía, la desmopresina reduce en un 80 por ciento las metástasis de ganglios linfáticos y entre un 60 y un 70 por ciento las de pulmón”. La patente protege el método de tratamiento con esta proteína, que no posee efectos tóxicos.

“Si encontramos una empresa dispuesta a efectuar los ensayos clínicos en humanos, este tratamiento podría llegar al público en un plazo de dos a cinco años”, comenta Alonso. La ventaja de esta sustancia es que se vende en farmacias para tratar otras enfermedades. Se emplea, por ejemplo, como análogo de la hormona antidiurética para pacientes cuya hipófisis no puede fabricarla. También se aplica en problemas de coagulación. “Esta proteína estimula el endotelio vascular para producir factores de coagulación”, explica el investigador.

Esta patente, que no es algo habitual en la Argentina, marca un cambio cultural. En tal sentido, la Agencia de Promoción Científico-Tecnológica, que dirige el doctor Lino Barañao, abrió una oficina que asesorará a los científicos y seleccionará los hallazgos que merezcan patentarse.

## Primer caso de «vaca loca» en EE.UU.

En vísperas de la Navidad, el gobierno de los Estados Unidos reconoció el registro de un caso de «vaca loca», enfermedad que afecta a los animales y que puede transmitirse al ser humano. Este mal ya provocó un desastre económico y decenas de muertos en Europa a mediados de la década pasada.

La confirmación fue realizada por la secretaria de Agricultura estadounidense, Ann

Vaneman, quien informó que el caso se registró en una vaca lechera de un establecimiento agrícologanadero en el estado de Washington. Como consecuencia, más de 20 países, entre los que se encuentran la Argentina, decidieron cerrar sus mercados a la importación de productos cárnicos provenientes de Estados Unidos.

La Argentina ya había prohibido las im-

portaciones de productos de riesgo desde Estados Unidos desde hace un año y medio porque entonces se consideró a ese país como de riesgo, debido al ingreso masivo de animales y genética desde Gran Bretaña, cuna de la enfermedad. La lista prohibida incluye animales en pie, semen, embriones, carne y derivados de origen bovino.

## Buenos Aires homenajeó a Sadosky

¿En qué se parece nuestro destacado matemático Manuel Sadosky a Charly García, Juan Carlos Copes, Fermín Chávez, Atilio Stamponi, Roberto Oswald o Raúl Garello? En que el 2 de diciembre la Legislatura de la Ciudad de Buenos Aires le otorgó el título de Ciudadano Ilustre tal como a los otros pesos pesados de la cultura porteña.

Con la sanción de la ley 1.095, el doctor Sadosky se convirtió en ilustre, pero el homenaje no se quedó en la frialdad del archivo del Poder Legislativo sino que se tradujo en un acto que tuvo como orador al rector de la UBA, Guillermo Jaim Etcheverry, quien definió al matemático como “maestro militante en todos los campos en los que le correspondió actuar” y cerró su discurso agradeciendo “por sus empecinadas lecciones de valor cívico y por su permanente ejemplo de apasionada preocupación por nuestro destino común, tan indisolublemente ligado a la educación”.

Sadosky tiene 89 años y una extensa trayectoria en el área académica. Estudió en la Facultad de Exactas y fue discípulo de Julio Rey Pastor. Siguió sus estudios en Francia e Italia y retornó a la Argentina para convertirse en un pionero e impulsor de la computación en el país, creó institutos de investigación y la carrera de computador científico de la UBA.



## Un matemático se llevó el Planeta

Cincuenta mil pesos, y la publicación, por supuesto. La versión 2003 del Premio Planeta de Novela fue para el matemático de la casa Guillermo Martínez, quien desde hace años intercala y superpone su actividad de investigador con la de escritor. La novela que le dio el premio se llama *Crímenes imperceptibles*, un texto que, si bien le significó arduo trabajo, también le dio sus alegrías (aparte del premio): “Por una vez me divertí –dijo Martínez después de que Santo Biasati anunciara su nombre como ganador–. Espero que ustedes se diviertan y no tengan que trabajar tanto para leer el libro”.

*Crímenes imperceptibles* habla de un matemático que intenta resolver una serie de asesinatos ocurridos en su lugar de trabajo, la Universidad de Oxford. La novela fue seleccionada entre 273 concursantes de toda Latinoamérica, y los jurados de la etapa final fueron los escritores Marcos Aguinis, Federico Andahazi, Marcela Serrano y Carmen Posadas, y el editor Ricardo Sabanes.

Martínez es profesor del Departamento de Matemática de la Facultad de Exactas y, además de numerosos trabajos científicos, lleva publicados el libro de cuentos *Infierno grande*, una compilación de ensayos bajo el título de *Borges y la matemática*, y las novelas *Acerca de Roederer* y *La mujer del maestro*, ambas muy bien recibidas por la crítica.

## Producción de vacunas en la Argentina

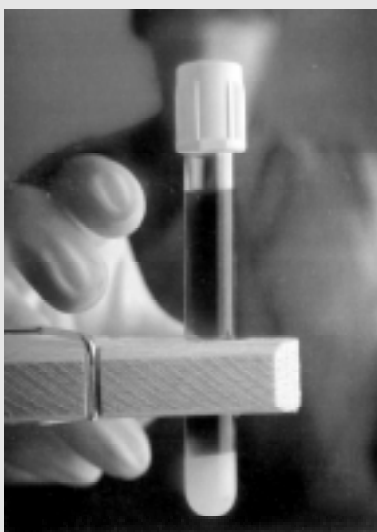
De las ocho vacunas de aplicación obligatoria, sólo dos son producidas en el país. El Laboratorio de Salud Pública de la Provincia de Buenos Aires (o Instituto Biológico de La Plata) produce la BCG y la Doble Adultos en cantidades que cubren sólo las necesidades de la Provincia de Buenos Aires (1.600.000 dosis de cada una). Por su parte, la Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de la Salud (ANLIS-Malbrán) produce 200 mil dosis anuales de Doble Adultos.

Pero las seis vacunas restantes que conforman el Calendario Nacional de Vacunación, más las dosis faltantes de BCG y Doble Adultos para abastecer el resto del país se importan a un valor total aproximado de 20 millones de dólares anuales.

Sin embargo, “una acción coordinada entre ANLIS-Malbrán y el Instituto Biológico de La Plata permitiría producir la vacuna BCG y derivados microbianos, garantizando la provisión de los mismos a todo el país, y aun para exporta-

ción”, afirma el Grupo de Políticas de Estado en el último número de la revista *Medicina*. El mencionado grupo se formó por la incorporación voluntaria de personas e instituciones que consideran que es necesario promover políticas de Estado en el área de ciencia y técnica y, en estos momentos, se encuentra impulsando en el país la producción de otras vacunas del calendario de vacunación.

¿Por qué es importante la producción de vacunas en el país? Un informe técnico elaborado por dos grupos de investigación de la Universidad de La Plata, dirigidos por las doctoras Daniela Hozbor y María E. Rodríguez señala que, en el caso de la vacuna Triple, la cepa de *Bordetella pertusis* (agente causal de la tos convulsa) utilizada en las vacunas importadas es diferente de las cepas que causan la enfermedad en la Argentina. Por ello, la producción nacional de esta vacuna con cepas aisladas en el país tendría gran importancia en el control de esta enfermedad.



# Cuadrados arquimedianos

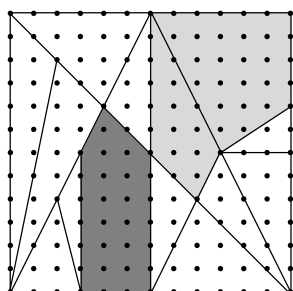
por Pablo Coll\* [pecoll@dc.uba.ar](mailto:pecoll@dc.uba.ar)  
y Gustavo Piñeiro\*\* [pineiro@datamarkets.com.ar](mailto:pineiro@datamarkets.com.ar)

Recientemente, la prestigiosa revista *Science* anunció la resolución completa del rompecabezas más viejo del mundo. El autor de ese enigma fue nada menos que Arquímedes, considerado uno de los matemáticos más grandes de todos los tiempos.

Conocido como *Loculus Archimedis*, o cuadrado de Arquímedes, está compuesto de once triángulos, dos cuadriláteros y un pentágono. El objetivo es armar un cuadrado como el que se ve en la figura 1. Si bien se conocían muchas soluciones del mismo, no se tenía noción de cuántas soluciones diferentes tenía.

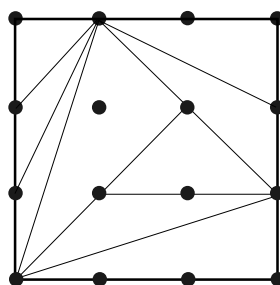
El estado de incertidumbre terminó hace pocas semanas, cuando Bill Cutler, un estadounidense explorador y descubridor de rompecabezas, determinó que hay exactamente 536 soluciones diferentes, excluyendo rotaciones y reflexiones del cuadrado armado. Para esa tarea utilizó, por un lado, la “fuerza bruta” de su computadora para hacer una exploración exhaustiva. Por otro, usó su ingenio, con el que guió la exploración aprovechando el hecho de que existen tres pares de piezas que deben estar juntas en cada solución ya que un lado de esas piezas sólo coincide con uno de los lados de su compañera.

Figura 1



Siguiendo el camino trazado más de 2200 años atrás por Arquímedes, tenemos en la figura 2 un *cuadrado arquimedianos*, formado por nueve triángulos, todos diferentes. Observen que a diferencia del original de Arquímedes, este está inmerso en una grilla de sólo 16 puntos. Los triángulos que lo componen, al igual que en el original, tienen sus vértices en los puntos de la grilla.

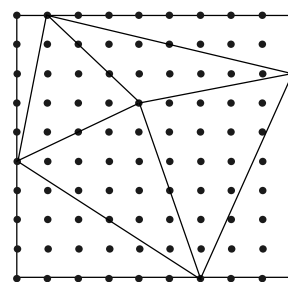
Figura 2



El primer desafío es encontrar alguno de los *cuadrados arquimedianos* inmersos en la grilla de 16 puntos compuestos por 10 triángulos diferentes. ¿Los habrá compuestos por 11 triángulos diferentes? No sabemos.

El segundo desafío es encontrar un *cuadrado arquimedianos* formado por triángulos cuyos lados tengan todas medidas diferentes. No se admitirán soluciones – como en la figura 2 – donde el vértice de un triángulo limite con puntos intermedios de los lados de otros triángulos. El ejemplo de la figura 3 es una grilla de 10 por 10 puntos en el cual los 8 triángulos que componen el cuadrado tienen todas medidas diferentes. Pediremos, además, que el cuadrado esté formado por la mayor cantidad de triángulos distintos en una grilla lo más chica posible. Para este desafío, Pitágoras, otro genio matemático de la antigüedad, nos podrá dar una mano.

Figura 3



\*Doctor en Computación y docente del Departamento de Computación - FCEyN.  
\*\*Licenciado en Matemática - FCEyN.

## Soluciones del número anterior



Primer día: es un cambiante.

Segundo día: Alfio es el veraz, Beto es el mentiroso y Gamo es el cambiante.

Tercer día: ambos son cambiante.

Cuarto día: porque nadie que respete las reglas de Verbalia puede hacer esa afirmación.